

## ANEXOS

---



## ANEXO I – Emisiones y consumos energéticos

En el último informe emitido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [2] se pueden observar las tendencias en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero en países Europeos, Norte América y Australia.

En el caso concreto de la Unión Europea, las emisiones se han reducido en un 4,3% en el año 2007 con respecto al 1990, (ver Figura 1)

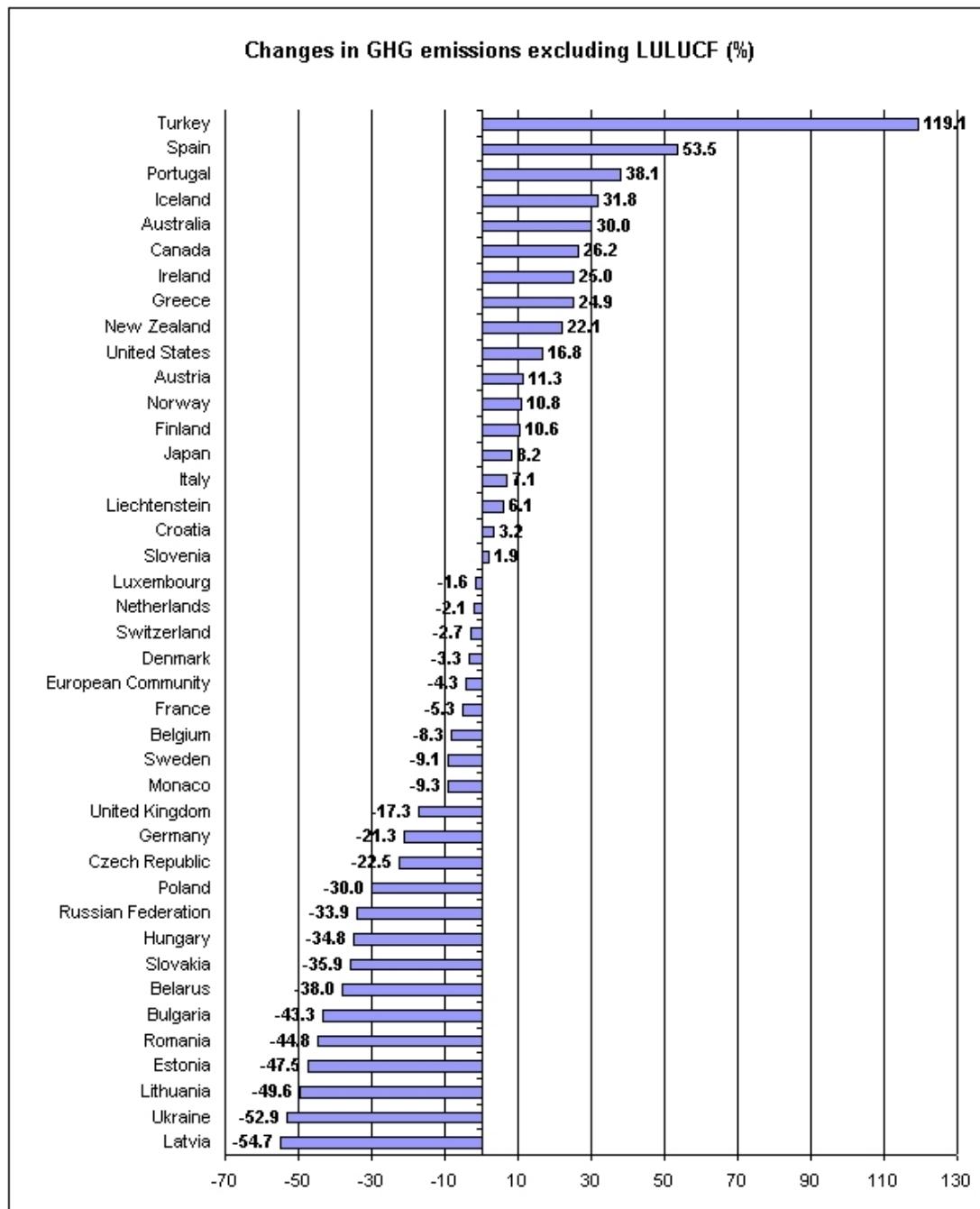


Figura 1: Cambios en las emisiones de Gases de efecto invernadero en porcentaje. 1990 – 2007.

A continuación se muestra una figura que representa la tendencia de emisiones medias de gases de efecto invernadero según el tipo de países a los que se tiene en cuenta<sup>1</sup>.

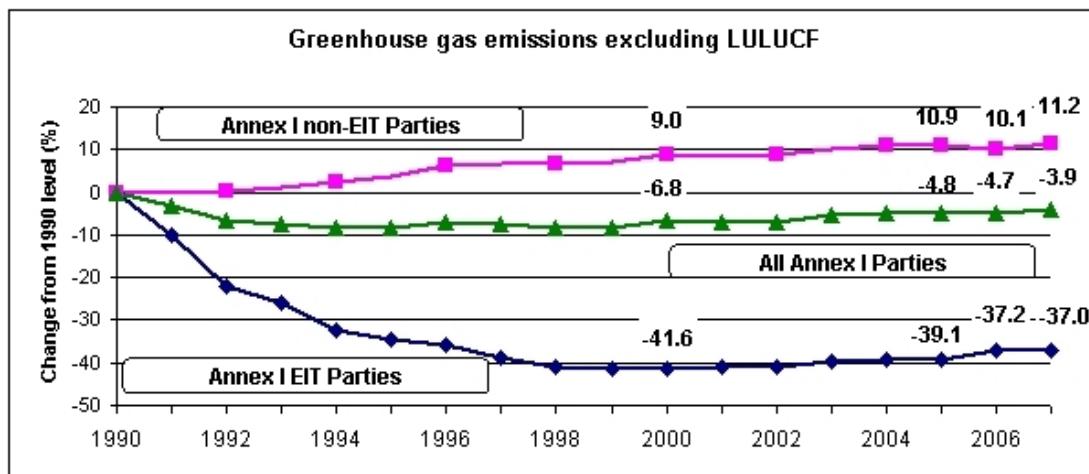


Figura 2: Tendencias de emisiones de gases de efecto invernadero. 1990 -2007.

En cuanto a los consumos de electricidad, en esta tabla se muestran los datos publicados por la EIA<sup>2</sup>. Se han elegido los datos de América del Norte, Europa, China y los globales por ser los más relevantes para el estudio, aunque en el informe consultado constan datos pertenecientes a más de 150 países desde el año 1980.

	2003	2004	2005	2006	2007
Norte américa	4.362,429	4.426,195	4.543,196	4.542,502	4.661,795
Europa	3.106,853	3.180,505	3.230,000	3.264,192	3.298,369
China	1.678,703	1.958,196	2.194,959	2.528,403	2.834,996
Mundo	14.440,330	15.103,340	15.732,152	16.384,884	17.109,665

Tabla 1: Consumo total de electricidad (billones de kWh)

Cabe destacar que el crecimiento en América del Norte y Europa es bajo, entre el 1% y el 3%, mientras que en los últimos años en China, la demanda ha crecido a un ritmo entre el 10 y 14%.

En general, este aumento a nivel global se mantiene en un ratio en torno al 4 - 5%.

En todos los países desarrollados, el consumo de electricidad aumenta o en su defecto, se mantiene estable. Sin embargo, tal y como se observa en la figura 1, no siempre el aumento del consumo tiene como consecuencia un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es debido a una reducción en la intensidad de carbono del mix energético.

<sup>1</sup> EIT: Economías en transición (26 países: Centro Este Europa, Sudeste de Europa y Oeste de Asia. Países en transición de economías planificadas hacia un mercado capitalista)

<sup>2</sup> EIA: Administración de información energética de Estados Unidos.

## Evolución en Europa

En la siguiente gráfica se puede observar la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en Europa.

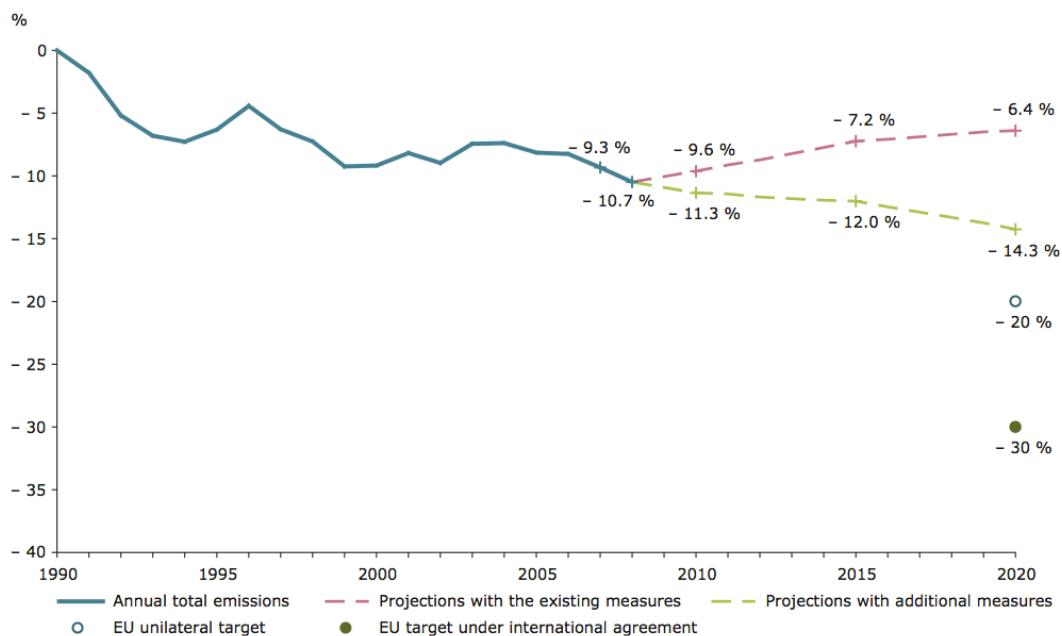


Figura 3: Evolución de emisiones de GEI en % más escenarios futuros. Fuente: Departamento de Energía Europeo.

La siguiente gráfica muestra la evolución de la instalación de generación eléctrica proveniente de renovables en Europa.

## RENEWABLE POWER PRODUCTION - EU27

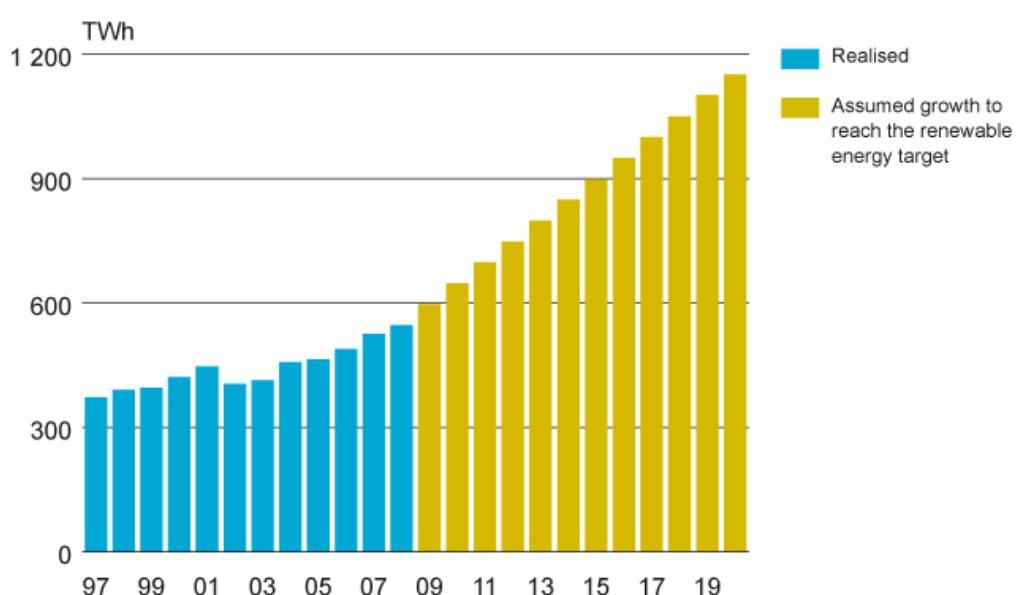


Figura 4: Evolución de producción por Renovables en Europa más previsión hasta 2020. Fuente: EWEA



## ANEXO II – Iniciativas en redes inteligentes analizadas

### Europa

#### **SET-Plan**

Debido a la necesidad de cambio del rumbo de la política energética, la Comisión Europea publica una comunicación [10] que marca como objetivo prioritario el desarrollo de una economía Europea baja en carbono. La motivación de este plan es cumplir con los objetivos 20-20-20 (20% de renovables y 20% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2020) y más a largo plazo, conseguir alcanzar una reducción del 80% de reducción de gases contaminantes en 2050 con respecto a los niveles de 1990, que es la base que se toma como referencia para todas las medidas de emisiones según el Protocolo de Kyoto [1].

El SET-Plan es el pilar tecnológico de las políticas medioambientales y energéticas de la Unión Europea. Es la respuesta a la necesidad de acelerar el cambio hacia una economía baja en carbono.

Con la puesta en marcha del SET Plan se define una nueva estructura de gobernanza para la I+D en la Unión Europea en Energía. Para conseguir que funcione, se crean distintos órganos en los que participan los distintos actores en materia de I+D. En primer lugar, se crea un *Steering Committee*, en el que están representados los estados miembros encargados de financiar los proyectos a nivel nacional.

Este órgano director, en el que también está representada la Comisión Europea, toma sus decisiones en base a un nuevo sistema de información (SETIS<sup>3</sup>), desarrollado por el JRC, que proporciona información regular y fiable sobre el estado de las tecnologías.

La industria está representada a través de las distintas EII<sup>4</sup>, cada una, sobre una tecnología concreta que se ha identificado como prioritaria. Dichas tecnologías son: Energía eólica, energía solar, redes inteligentes, captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, fisión nuclear sostenible e hidrógeno y células de combustible.

Finalmente, los centros de investigación nacionales se agrupan en torno a la EERA<sup>5</sup>, organismo que permite la coordinación de los programas de cada uno de los centros.

Cabe destacar el papel central que juega la industria, ya que es ella la que define las prioridades tecnológicas, calcula la necesidad de inversión y desarrolla las hojas de ruta para alcanzar los objetivos clave, que también son definidos por la industria.

La EII en redes eléctricas marca tres retos principales: crear un mercado interno real, integrar una gran cantidad de energía proveniente de fuentes intermitentes y gestionar las complejas interacciones entre proveedor y consumidor. Se tiene por tanto que investigar en la monitorización, control y operación de la red para poder llegar a construir la red del siglo XXI. Se estima que la inversión público-privada necesaria para alcanzar este objetivo en los próximos 10 años tiene que ser alrededor de 2 billones de €.

La comunicación resalta que hasta ahora, la mayoría de la inversión que se estaba realizando para investigación en el tema energético provenía de fondos privados, concretamente el 70%. En cuanto a la financiación pública, la mayoría, 80%, provenía de fondos nacionales. La Unión Europea marca un cambio en estos modos de financiación,

<sup>3</sup> SETIS: Sistema de información de las tecnologías de energía estratégicas

<sup>4</sup> EII: Iniciativa Industrial Europea

<sup>5</sup> EERA: Alianza Europea de Investigación de Energía

siendo consciente de que tiene que realizar un mayor esfuerzo por coordinar los programas de I+D nacionales

En cuanto a los programas comunitarios, la CE dispone de los siguientes instrumentos para la financiación de las hojas de ruta propuestas por el SET Plan:

- El Programa Marco: es el principal instrumento de financiación de la investigación en la UE. El Programa de Trabajo actual ya plantea unas líneas de investigación coordinadas con las hojas de ruta establecidas por el Set Plan.
- El Programa Energía Inteligente para Europa (EII), gestionado por la Agencia Ejecutiva para la Competitividad y la Innovación (EACI), con un presupuesto de 250 M€ para el periodo 2007-2013, financia proyectos para la superación de barreras no tecnológicas en la implantación en mercado de tecnologías energéticas.
- Programa Europeo de Energía para la Recuperación: Programa surgido a partir de la crisis económica en el que se financian infraestructuras relacionadas con temas de energía. Está más detallado en la página 5 de los Anexos.
- NER300: Se trata de un fondo de 300 M€ de derechos de emisión que va a financiar infraestructuras similares al programa de Recuperación anterior. El dinero lo gestiona el banco Europeo, y se prevé que las convocatorias para adjudicar los fondos se publiquen en 2011.

### **SET Plan Technology Map**

A consecuencia de la publicación de la comunicación de la Comisión Europea relacionada con el SET Plan [13], y con vistas a la necesidad de trazar un plan para la implementación del mismo, se publica el mapa tecnológico[16] relacionado con el SET Plan.

Este documento sirve para identificar las tecnologías prioritarias en Europa, aquellas en las que se debe reforzar la inversión.

El documento está comprendido por dos partes. La primera describe las tecnologías energéticas actuales y la segunda analiza el impacto del despliegue de las tecnologías relacionadas con las prioridades marcadas en el SET Plan.

Este documento se refiere a 17 tecnologías diferentes, definiendo el estado actual de la misma, el potencial que tienen, las barreras a superar para un despliegue a gran escala y las relaciones que hay entre unas y otras. Dentro de todas ellas, y las que se han tenido en cuenta para el proyecto han sido las relacionadas con las redes eléctricas y el almacenamiento eléctrico.

En el ámbito de las redes eléctricas, las principales barreras que se tienen que romper son el marco actual de regulación que resulta inadecuado y el bajo grado de coordinación entre las partes que se dedican a hacer investigación en este campo. Los operadores de red disponen de pocas iniciativas para mejorar e investigar sobre la misma. Del mismo modo, las diferentes operadoras de red, pocas veces ponen en común métodos de operación, criterios de seguridad, etc.

Por tanto, las necesidad que marca el plan en lo que a redes eléctricas se refiere son: desarrollar códigos comunes para las redes de transmisión y distribución, establecer guías técnicas comunes y eliminar las barreras administrativas que hay en la actualidad para poder establecer un marco Europeo común.

Se debe de desarrollar normativa Europea relacionada con la comunicación, sistemas de medida, integración en red y conexión de fuentes de generación.

El documento marca como vital el desarrollo a partir de proyectos de demostración para la implantación de las redes inteligentes.

En cuanto al almacenamiento de energía eléctrica, se hace un mapeo del estado actual de todas las tecnologías de almacenamiento que se están investigando.

La principal barrera en este campo es todavía de tipo tecnológico. La mayoría de las tecnologías actuales necesitan desarrollo e investigación para reducir costes y mejorar los rendimientos. Las prioridades son llevar a estas tecnologías a una fase de madurez para que comercialmente sean competitivas y acelerar la transición a la comercialización masiva.

De todas las quince tecnologías estudiadas en este mapa tecnológico, sólo son ocho las seleccionadas como prioritarias para la UE. Entre estas tecnologías prioritarias, se encuentran las redes inteligentes.

### **Programa Marco**

El Programa Marco de Investigación y Desarrollo, es el instrumento principal con el que cuenta la Unión Europea para financiar la investigación en Europa. En la actualidad, el Programa Marco se sitúa en su séptima edición, para proveer de fondos para actividades de desarrollo tecnológico en el periodo comprendido entre el 2007 – 2013.

En diciembre de 2006 se publica en el Boletín Oficial de la Unión Europea las bases del séptimo Programa Marco [17]. El programa cuenta con un presupuesto de 50.521 millones de €, y se divide en cuatro programas de trabajo diferentes.

Para el caso de estudio, el programa que resulta de mayor interés es el programa de cooperación, que cuenta con un presupuesto de 32.413 millones de €, y es donde se encuentra el apartado de energía y de tecnologías de la información y comunicación (TIC), que son los que enmarcan todo lo relacionado con redes eléctricas de distribución.

Las bases del programa de cooperación y lo que se quiere conseguir en cada apartado del mismo, se encuentran publicadas en el mismo Boletín Oficial [9]. El programa de cooperación se divide en 10 apartados temáticos diferentes, y tal como se ha comentado previamente, los que conciernen a las redes eléctricas son el de energía (5) y el de tecnologías de la información y comunicación (3)

En el apartado de TIC, los objetivos que se buscan en lo que a redes de distribución se refiere, es conseguir una integración fiable de las tecnologías de comunicación en las redes, proveer de nuevas arquitecturas de red y modelos de operación de las mismas así como la mejora de servicios.

En cuanto a energía, el objetivo es facilitar la transición a un sistema energético más sostenible, para conseguir una red eficiente, segura, fiable y con alta calidad de suministro. Se centra en tecnologías de almacenamiento, introducción de generación distribuida y renovables, sistemas avanzados de electrónica de potencia... haciendo hincapié en grandes proyectos de demostración.

El presupuesto de energía es de 2.350 millones de €, mientras que el de TIC asciende a 9.050 millones.

### European Energy Recovery Plan

Una de las estrategias para afrontar la crisis económica surgida a nivel mundial en Europa, es el lanzamiento del plan de recuperación de energía [15], que cuenta con un presupuesto de 3.980 millones de € a dividir en tres partes. Las partidas de interés para este estudio son las que se destinan a proyectos de infraestructuras de gas y electricidad (2.365 millones €) y a proyectos de parques eólicos offshore (565 millones de €).

En las tablas que se muestran a continuación se pueden observar los proyectos que se han financiado en estos dos campos.

<b>Project</b>	<b>Location of projects supported</b>	<b>Envisaged Community contribution (EUR million)</b>
<i>Baltic interconnection</i>		
Estlink-2 Interconnection Sweden- Baltic States, and strengthening of the grid in Baltic States	Estonia, Finland Sweden, Latvia, Lithuania	100 175
<i>Central and South East Europe</i>		
Halle/Saale – Schweinfurt	Germany	50
<i>Mediterranean</i>		
Portugal-Spain interconnection reinforcement Interconnection France-Spain (Baixas – Sta Llogaia) New 380 kV AC submarine cable between Sicily- Continental Italy (Sorgente – Rizziconi)	Portugal France, Spain Italy	30 150 100
<i>North Sea area</i>		
Interconnection Republic of Ireland – Wales	Ireland, UK	100
<b>TOTAL</b>		<b>705</b>

Tabla 2: Proyectos de Infraestructuras eléctricas financiados

<b>Project</b>	<b>Capacity</b>	<b>Location of projects supported</b>	<b>Envisaged Community contribution (EUR million)</b>
<b>1) Grid integration of offshore wind energy</b>			
<b>1.1.Baltic I and II - Kriegers Flak I, II, III</b> Building on projects under development. Financing aimed at ensuring extra cost for securing a joint interconnection solution.	1.5 GW	Denmark, Sweden, Germany, Poland	150
<b>1.2. North sea grid</b> Modular development of offshore grid, demonstration of virtual offshore power plant			
	1 GW	United Kingdom, The Netherlands, Germany, Ireland, Denmark,	150
<b>2) New turbines, structures and components, optimisation of manufacturing capacities</b>			
<b>2.1 Alpha Ventus/Bard Offshore 1</b> Building on projects presently under development. New generation of 6-7 MW size turbines and innovative structures, situated far from shore (up to 100km) in deeper waters (up to 40 m).	0.5 GW	Germany, Poland	150
<b>2.2 Aberdeen offshore wind farm</b> (European testing centre) Building on project presently under development -Testing of multi-MW turbines. Development of innovative structures and substructures including optimisation of manufacturing capacities of offshore wind energy production equipment. An increase in size of 100MW can be envisaged.	0.25 GW	UK	40
<b>2.3 Thornton Bank</b> Building on project presently under development. Learning from the Downvind project (co financed through FP6); Upscaling the Downvind installations turbines (5 MW size) in deep waters ( up to 30 m) with low visual impact (up to 30 km).	90MW	Belgium	10
<b>TOTAL</b>			<b>500</b>

Tabla 3: Proyectos de Offshore financiados

### **European Economic Recovery Plan**

El plan Europeo de recuperación económica [11] surge a finales de 2008 como un estímulo necesario para Europa para hacer frente a la crisis económica. A partir de este plan se crean los Partenariados público-privados (PPP), iniciativas para el desarrollo común de tecnologías en áreas que se consideran estratégicas para Europa, como son el coche eléctrico, la industria y fábricas del futuro, y finalmente Internet del futuro.

## Estados Unidos

### **American Recovery and Reinvestment Act**

Al igual que en Europa, en Estados Unidos se lanza, con motivo de la crisis económica, un plan de estímulo: el “*American Recovery and Reinvestment Act*” [3]. Dentro de este plan de recuperación, hay una partida que contiene 11 billones de dólares para investigación y desarrollo de proyectos de demostración en el marco de las redes de distribución inteligentes, para mejorar la eficiencia y el funcionamiento de estas redes a lo largo del país.

También se incluye una partida de 100 millones de dólares para la formación de personas en el campo de las redes inteligentes.

En el mismo plan, se incluye una partida importante para la investigación y desarrollo de tecnologías de almacenamiento eléctrico, con un presupuesto de 2,4 billones de dólares para un total de 48 proyectos, incluyendo almacenamiento para redes y para vehículo eléctrico.

### **Plan de investigación y desarrollo de las redes inteligentes (2010-2014)**

A finales del año 2009, el Departamento de Energía de los Estados Unidos, lanzó un plan [20] de investigación y desarrollo para las redes de distribución eléctrica con un presupuesto de 188 millones de dólares. El plan tiene como objetivo principal acelerar el desarrollo de las tecnologías relacionadas con las redes de distribución inteligentes para su posterior implantación en el país.

Con este plan y sus posteriores ediciones, se pretende alcanzar la visión de red esbozada en 2003 por el Departamento de Energía. Esta red inteligente debe de ser capaz de permitir una integración de una alta cantidad generación renovable, con una plataforma que permita a los consumidores hacer una gestión de su consumo. Esta red debe proveer independencia eléctrica al país, innovación y seguridad económica. Debe de conectar a todos los consumidores a energía abundante, segura, eficiente y cuidadosa con el medio ambiente.

El documento define 7 características para la red:

- Participación de los consumidores
- Integración de todas las opciones de generación y almacenamiento
- Nuevos mercados y operaciones
- Seguridad de suministro
- Eficiencia en la operación de la red
- Ser capaz de responder ante distorsiones
- Resistente ante ataques y desastres

Los objetivos marcados para la red del 2030 son:

- 20% en la reducción de la demanda pico
- 100% de capacidad de dar servicio a cargas críticas
- 40% de incremento en eficiencia energética
- Alcanzar un factor de carga del 70%
- 20% del suministro debe provenir de fuentes renovables

Las áreas en las que se dividen las acciones a llevar a cabo en el plan son:

- Normativas y buena práctica
- Desarrollo de tecnología
- Modelado
- Análisis
- Evaluación y demostradores

Dentro de cada una de estas áreas se describe el actual estado del arte y cuáles son las líneas de investigación y desarrollo a seguir para el correcto desarrollo del plan.

### **Necesidades de investigación en el campo del almacenamiento para redes eléctricas**

A mediados del año 2007, la oficina de ciencias del Departamento de Energía de los Estados Unidos, publicó un informe [19] con las necesidades básicas en investigación necesarias para desarrollar elementos de almacenamiento eléctrico para diferentes aplicaciones.

El informe separa dos tipos de almacenamiento eléctrico, el químico y los condensadores.

Las necesidades básicas de investigación que marca son:

- Almacenamiento químico: Se necesitan nuevos métodos de análisis y simulación para poder estudiar en mayor profundidad los procesos que ocurren en las baterías así como los componentes de las mismas. Otra de las líneas que marca como básicas es la investigación de elementos nano-estructurados para la fabricación de elementos de almacenamiento de energía. Las prioridades básicas son: nuevos diseños y estrategias para sistemas electroquímicos y un diseño racional de interfaces en células de almacenamiento.
- Condensadores: También en este caso es importante alcanzar un conocimiento preciso de los procesos que ocurren en el interior de los elementos de almacenamiento capacitivo, como pueden ser las estructuras de los electrodos, propiedades del electrolito y los procesos de carga-descarga. Aparte de alcanzar estos conocimientos, al igual que en el caso del almacenamiento químico, se hace hincapié en elementos nano-estructurados como medio para conseguir mejores comportamientos y mayor capacidad en estos dispositivos.

En el informe se hace un estudio detallado de seis líneas prioritarias de investigación para ambas tecnologías de almacenamiento.

El almacenamiento eléctrico se entiende en este documento como posibilidad de aplicación a dos campos: las redes de distribución eléctrica y para el vehículo eléctrico.

### **Informe anual de progreso (2009)**

En enero de 2010, el Departamento de Energía emitió un informe [20] de progreso de las investigaciones que se estaban llevando a cabo en el país en el ámbito del almacenamiento eléctrico, ligadas al plan de recuperación económica lanzado.

El informe muestra que se están consiguiendo mejoras así como ir superando barreras en diferentes campos ligados con las baterías, como son las células, materiales, la manufactura y la batería como comportamiento en su conjunto.

## Japón

### **Tecnologías para el ahorro energético y la reducción de emisiones**

NEDO<sup>6</sup> es la organización que en Japón se encarga de marcar las líneas a seguir en la investigación ligada a la energía. En 2008, publicó un documento [26] en el que mostraban las tecnologías japonesas que se están desarrollando de cara a conseguir un ahorro energético y una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Se trata de un informe en el que se puede apreciar que se analizan todas las tecnologías para conseguir estos dos objetivos marcados, para una mejora de la economía así como para cumplir el Protocolo de Kyoto [1].

En el apartado de tecnologías para el ahorro energético, se realiza investigación en:

- Equipamiento de uso común: calderas, compresores, transformadores, motores, iluminación, climatización...
- Sector industrial: Aceros, cemento, química, petróleo, papel...
- Transporte
- Sector privado

En el apartado de energías renovables:

- Uso de las tecnologías: solar, eólica, geotérmica, biomasa, oceánica...

En el apartado de reducción de gases de efecto invernadero

- Metano: recuperación, captura
- Monóxido de nitrógeno
- Dióxido de carbono: separación, captura, almacenamiento

Dentro de todos estos campos de investigación para el ahorro energético, entra la mejora de la eficiencia en las plantas de generación de energía eléctrica, así como la implantación y pruebas para nuevas aplicaciones de las energías renovables.

En ningún caso se puede observar que desechen ninguna tecnología, puesto que abarcan prácticamente un abanico tecnológico muy completo.

---

<sup>6</sup> NEDO: Organización para nuevas energías y desarrollo tecnológico industrial

### **Tecnologías para energía y medio ambiente**

El informe [25] que se resume a continuación presenta el marco de la investigación que se lleva a cabo en Japón en cuanto al ahorro de energía se refiere, centrado en las redes de transporte y distribución.

Al comienzo del informe se observa una línea de tiempo desde el 2004 hasta el 2014 con los proyectos de investigación y demostración que están llevando a cabo en Japón y las futuras propuestas que se tienen para años siguientes.

Se divide en los siguientes apartados:

- Desarrollo de tecnologías relacionadas con el medio ambiente
- Nuevas energías
- Conservación de la energía
- Implantación y diseminación de los avances en nuevas energías y conservación

En el informe, se encuentran 14 proyectos relacionados con la integración de las energías renovables en la red, mediante proyectos de investigación y demostración, así como de tecnologías relacionadas con las Redes Inteligentes. Entre todos, suman un presupuesto de 180 millones € hasta 2014. A partir de ese año, y con los resultados obtenidos de los proyectos financiados, se dará más financiación a proyectos para continuar con la hoja de ruta que se marca en la estrategia energética nacional.

Todos los proyectos que se están llevando a cabo y los que se planean en un futuro, son el medio para poder alcanzar los objetivos fijados en la nueva estrategia energética nacional [24].

Se trata de una estrategia energética para el país a largo plazo, con vistas al 2030, que se pretende focalizar en la seguridad energética. Los objetivos principales del plan son:

- Establecimiento de medidas de seguridad energéticas en las que se pueda confiar.
- Creación de una fundación para el desarrollo sostenible a través de un acercamiento y coordinación entre energía y medio ambiente.
- Compromiso para la asistencia a las Naciones Unidas para tratar los problemas energéticos.

Las perspectivas de este plan estratégico son:

- Mejora de un 30% de la eficiencia energética en el sistema en 2030
- Reducción de la dependencia del petróleo en un 40%
- Reducción de la dependencia del petróleo en transporte en un 80%
- Aumentar el ratio de producción de energía nuclear en un 30 o 40%

### **España**

Los objetivos nacionales en lo que al campo energético se refiere están englobados en los que se han expuesto previamente de la Unión Europea. El objetivo 20/20/20 se hace aplicable por tanto a todos los estados miembros para poder conseguir esas metas en un cuadro común.

Por ello, en lo que a la penetración de renovables se refiere, España debe de tener un porcentaje mayor al 20%, concretamente el 22,8% ya que otros países van a aportar un

porcentaje menor. Además, España es uno de los países líderes en implantación de renovables y por tanto se considera que tiene más facilidad para poder superar ese 20%.

### **Planes de I+D**

El programa principal a nivel nacional es el Plan Nacional de I+D+i, gestionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y englobado en la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología. Los objetivos básicos del plan son:

- Poner la I+D al servicio de los ciudadanos
- Hacer de la I+D un factor de mejora de la competitividad
- Reconocer y promover la I+D como elemento esencial para la generación de nuevos conocimientos.

Cada año se publica un programa de trabajo que incluye la información sobre las convocatorias que se van a financiar, los plazos y los presupuestos asignados. Dentro de estos planes se incluyen partidas para la investigación en energía en temas relacionados con redes de distribución y almacenamiento eléctrico.

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) gestiona fondos públicos para financiar la innovación en las empresas. Dentro del amplio abanico de líneas de financiación para la investigación y el desarrollo en España, cabe destacar el programa CENIT<sup>7</sup>, que financia grandes proyectos de I+D industrial de carácter estratégico a largo plazo, en el marco nacional.

El CDTI tiene como uno de sus objetivos aumentar la participación de empresas en la I+D, alcanzando mayores ratios de gasto por parte de las mismas, incrementar el número de empresas tecnológicas en el territorio nacional para finalmente alcanzar la media de la Unión Europea (7% frente al 4,8% en España).

### **Agencia Internacional de la Energía**

La Agencia Internacional de la Energía es una organización intergubernamental que actúa como asesor de políticas energéticas para sus 28 estados miembros. Su objetivo es asesorar en el esfuerzo que llevan a cabo los países para asegurar una energía fiable, económicamente rentable y limpia para sus ciudadanos.

Esta agencia cuenta con un comité de expertos de todos los países que analiza y recomienda las líneas de investigación que se deberían seguir en el ámbito energético.

### **Perspectivas tecnológicas en energía: Escenarios y estrategias para 2050.**

A mediados del 2010, la AIE<sup>8</sup> publicó un informe [23] sobre las perspectivas de las tecnologías energéticas y los escenarios y estrategias a seguir para el 2050.

En este informe se realiza un análisis exhausto de las barreras tecnológicas que se tienen que vencer para poder llegar a un escenario en 2050 con una economía baja en

---

<sup>7</sup> Consorcios estratégicos Nacionales en Investigación Técnica

<sup>8</sup> AIE: Agencia Internacional de la Energía

carbono, así como los objetivos a alcanzar, los medios para ello y las direcciones de investigación recomendables para poder llegar a la meta que marca la IEA para 2050 en lo que a emisiones y ratios de eficiencia se refiere.

Uno de los argumentos en los que basa la importante necesidad de desarrollar las tecnologías que permitan que esto ocurra es la crisis financiera global vivida hace dos años. En ella se demostró la volatilidad de los precios del petróleo, lo que conlleva una inseguridad energética, que puede lisiar el crecimiento económico. Por tanto, se hace necesario la implementación y disseminación de tecnologías que permitan una economía baja en carbono, para proporcionar una mayor estabilidad a la vez que se puede combatir el cambio climático.

Se ha comprobado que los ratios de emisiones de gases y de eficiencia energética han mejorado sustancialmente en los últimos años en los países miembros de la OCDE<sup>9</sup>. En cualquier caso, el IPCC<sup>10</sup>, concluye que las emisiones de CO<sub>2</sub> se deberían de reducir en una 50% con respecto a los niveles de 2000 para el 2050.

En el informe se examinan las opciones tecnológicas para el futuro para la generación de electricidad, transporte, construcción y edificios y el uso final de la energía. Además, se proponen unas hojas de ruta tecnológicas para recorrer el camino.

El escenario óptimo que plantea la IEA es el que reduce en un 50% el nivel de emisiones con respecto al 2000. Para poder llegar a ese objetivo, es necesario:

- Captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> – 19%
- Aumento de renovables – 17%
- Aumento de producción por fuente nuclear – 6%
- Aumento de eficiencia en la generación – 5%
- Cambio del uso de derivados del petróleo en los usuarios finales – 15%
- Mejora de la eficiencia en el usuario final – 38%

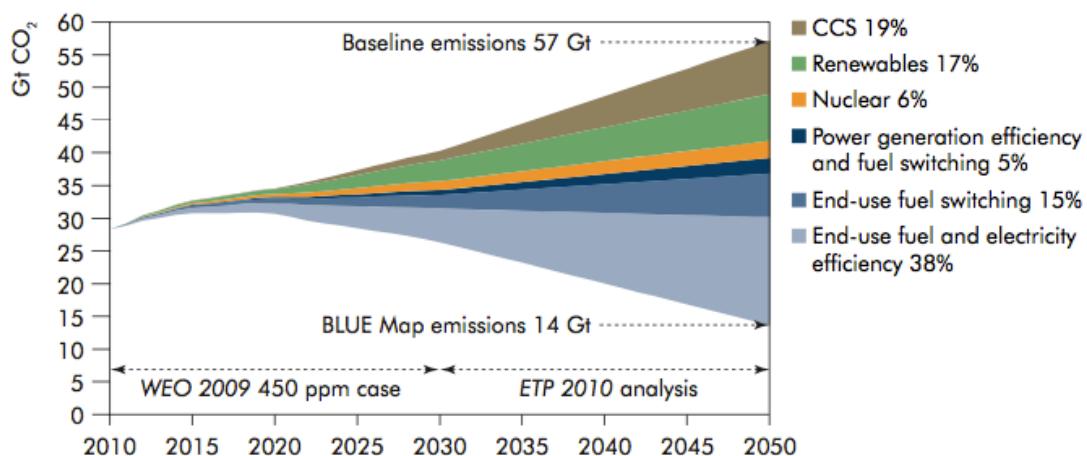


Figura 5: Escenario de reducción de emisiones marcado por la IEA

Uno de los aspectos claves en este desarrollo es la actuación de los gobiernos para implantar políticas que ayuden a que se produzcan estos cambios. En la actualidad, la tecnología ligada al petróleo es más barata que el resto, de modo que si no se hacen planes y leyes para que se apoye al desarrollo tecnológico, no se podrán alcanzar los objetivos marcados.

<sup>9</sup> OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

<sup>10</sup> IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, Panel intergubernamental para el cambio climático

Así mismo, en el informe se hace una estimación de la inversión necesaria para conseguir los objetivos marcados. La estimación de gasto desde el 2010 hasta el 2050 es de 270 trillones de dólares. A lo largo de los tres pasados años, la inversión en tecnologías relacionadas con las energías bajas en carbono ha sido de una media de 165 billones. Esta inversión debería aumentar hasta los 750 billones anuales hasta el 2030 y duplicarse a partir de ese año para poder alcanzar los objetivos, según lo ve la IEA.

En el caso de las redes de distribución eléctricas, se necesitan proyectos de demostración para poder implementar las tecnologías desarrolladas. Deben de ser capaces de soportar generación y consumos variables, gestionar de una manera eficiente los picos de carga y la eficiencia en la distribución.

La visión de la IEA de la red del futuro es una red que está basada en las características actuales, pero que añade flexibilidad y mejora en la operación del sistema. Se definen unas áreas tecnológicas para las redes inteligentes que son:

Áreas tecnológicas	Descripción
Control de la generación, automatización y electrónica de potencia	Comunicación y control inteligente de la generación como parte de la red, para integrarlo en el sistema.
Software de control avanzado	Software de control capaz de captar los datos de los sensores y medidores inteligentes de la red, de modo que sea capaz de realizar un control más eficiente de la red.
Sensores, medidas y tecnología de control	Esta tecnología aporta la información y capacidad de control para optimizar la operación de la red así como la gestión de los flujos de energía.
Infraestructura de comunicación	Infraestructura necesaria para permitir la comunicación en dos direcciones.
Tecnologías de cables	Tecnología de conductores de electricidad avanzadas, que permitan una respuesta más rápida de la red ante las necesidades de energía en los diferentes puntos de consumo. También los conductores de alta tensión en corriente continua pueden resultar de especial interés en las redes.
Sistemas de medida inteligentes	Sistemas de medidas avanzados para su instalación en puntos de consumo, que pueda dar una mejor información a los consumidores.
Almacenamiento eléctrico	El almacenamiento eléctrico puede proporcionar una ayuda a la gestión de cargas y de generación. También puede tener función como servicio complementario.
Infraestructura para carga de vehículo eléctrico	La infraestructura para la carga del vehículo eléctrico puede tener un impacto importante en la red. Es necesaria una planificación para poder gestionar los puntos de carga de un modo óptimo.

Tabla 4: Áreas tecnológicas para las redes inteligentes identificadas por la IEA.

A través de la implantación de tecnologías en las redes, lo que se debe de conseguir es:

- Reducir los picos de demanda mediante la gestión activa de la demanda.
- Conseguir un mejor equilibrio del sistema y mejorar la calidad de suministro
- Fomentar la eficiencia energética en la red
- Mejorar la eficiencia en la operación de la red
- Integrar energías limpias

Al igual que en el caso general, en la parte de redes eléctricas se hace una estimación de los costes necesarios para poder alcanzar la implantación de las redes inteligentes en la medida que la IEA tiene previsto. El gasto debería estar en torno a los 8,4 trillones de dólares, teniendo en cuenta los siguientes factores

- Gasto ligado a la mejora de las infraestructuras y nuevas tecnologías
- Gasto relacionado con el incremento de la demanda eléctrica y el transporte
- Gasto relacionado con la climatización por medio de bombas de calor en vez de calderas de combustible.

Las barreras que actualmente se oponen al desarrollo y a la inversión en tecnología e infraestructura de redes son:

Barreras tecnológicas	Barreras de mercado	Regulación y políticas	Incertidumbre del mercado y políticas confusas en estructura de mercado. Incertidumbre de ingresos debido a las estructuras regulatorias
		Financiación	Dificultad en definir las prioridades de inversión necesarias Fragmentación de los negocios
	Participación de los consumidores	Participación de los consumidores	Baja concienciación pública y participación
	Tecnología	Tecnología	Falta de coordinación de la investigación Falta de proyectos de demostración grandes
	Normativa	Normativa	Garantías de interoperabilidad y escalabilidad Lentitud de los procesos de desarrollo de normativa
	Habilidades y conocimiento	Habilidades y conocimiento	Insuficiencia de recursos Limitación de conocimiento de las redes inteligentes en la planificación pública.
	Seguridad y privacidad	Seguridad y privacidad	Amenazas a la seguridad en las redes Necesidad de asegurar la privacidad de los datos

Tabla 5: Barreras para el desarrollo e inversión en las redes inteligentes.

Las necesidades y prioridades de investigación y desarrollo identificadas por la IEA para el desarrollo de las redes son:

- Sistemas avanzados para el modelado, planificación y operación de las redes inteligentes incluyendo elementos de generación, consumo, distribución y almacenamiento.
- Demostradores de redes inteligentes de mayor escala, incorporando un mayor rango de tecnologías para comprobar su eficiencia, funcionalidad y costes.
- Desarrollo continuo en las tecnologías de almacenamiento para mejorar la eficiencia, ciclo de vida y reducir sus costes.
- Desarrollo de la electrónica de potencia para darle mayor capacidad y flexibilidad.
- Mejora en las tecnologías de interconexión de redes.
- Desarrollo de estándares y normativa que sea un habilitador del desarrollo e implantación de las nuevas tecnologías.

### **Perspectivas de almacenamiento a gran escala en las redes de distribución**

En el informe analizado anteriormente, en la parte de redes de distribución inteligente se hace una mención especial al almacenamiento eléctrico, refiriéndose a otro informe [22] emitido por la IEA en el que se hace un estudio de las necesidades de almacenamiento eléctrico en el futuro para lograr una red que funcione mejor y que sea más flexible.

En este estudio se hace referencia al mismo escenario de reducción de las emisiones de gases en un 50% para el 2050.

En el estudio se comienza analizando el estado del arte de los actuales sistemas de almacenamiento de energía, basándose en sus características, propiedades de operación y seguridad.

Los objetivos para mejorar las perspectivas del almacenamiento son:

- Establecer una metodología para estimar la influencia de una gran participación de renovables en el sistema
- Estimar la capacidad necesaria de almacenamiento eléctrico para equilibrar la demanda y generación en una red con alta participación de renovables.
- Estimar las diferencias en distintas regiones en la producción de energía renovable y su variabilidad
- Predecir el crecimiento del almacenamiento hasta el 2050 y las necesidades globales.

En el estudio realizado se basa en unas hipótesis de generación, demanda prevista e integración de renovables en el sistema. Las conclusiones del estudio son:

- La necesidad de almacenamiento depende del ratio de variación de la producción de energía eólica. Para 2050, la estimación de almacenamiento necesario es entre 189 y 305 GW.
- Como el almacenamiento depende de la variación neta, es necesaria la monitorización para poder estimar esa necesidad.
- Es necesaria una regulación específica para el almacenamiento, para establecer el marco que designe quién es el operador del almacenamiento y cómo se debe de hacer.

## **ANEXO III – Análisis de proyectos de I+D en la UE**

En este Anexo se muestra un resumen del análisis de los proyectos del 6º y 7º Programa Marco que se han financiado y tienen que ver con el tema de redes inteligentes.

Al principio se muestra una tabla por proyecto, en el que se especifican las características principales del mismo, así como las entidades que han participado. Además, en cada proyecto, se realiza una breve descripción del objetivo del mismo.

En las características de los proyectos, se da una cifra del presupuesto del mismo. Esta cifra se corresponde con la financiación recibida en el proyecto, no con el presupuesto real del mismo, que es siempre mayor.

En cuanto a los tipos de proyecto, a continuación se muestra una pequeña leyenda de lo que quieren decir las siglas:

CP: Proyecto colaborativo

STREP: Proyecto colaborativo pequeño

CA: Acción coordinada

CSA: Acción coordinada de apoyo

NOE: Redes de excelencia

Posteriormente al resumen de los proyectos, se encuentra un análisis de las participaciones por país, análisis económicos y de entidades, que se describe con un mayor grado de detalle en el final del Anexo.

### Proyecto FENIX

El proyecto FENIX da nombre a: Redes Eléctricas Flexibles para Integrar la Evolución Energética Esperada.

El objetivo del proyecto FENIX es dar un empuje a la generación distribuida maximizando su contribución al sistema eléctrico mediante la agregación en grandes plantas virtuales de generación y gestión descentralizada.

Nombre del proyecto	FENIX
Presupuesto	7.799.934 €
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Iberdrola Distribución eléctrica	España
Energieonderzoek centrum	Holanda
Zivp mas c, SL	España
Fundación Labein	España
Electricite de France	Francia
Siemens Aktiengesellschaft Oesterreich	Austria
National Grid Company PLC	Reino Unido
EDF Energy Networks	Reino Unido
Wind to Market SA	España
Korona Inziniring DD	Eslovenia
calagent distributed technologies	Francia
ECRO SRC	Rumanía
Institut fuer solare energieversorgungstechnik EV	Alemania
Imperial College of science, technology and medicine	Reino Unido
Red Eléctrica de España	España
Areva T&D SA	Francia
Groupement pour inverter la distribution électrique de l'avenir	Francia
Vrije Universiteit Amsterdam	Holanda
Pöyry Energy Oxford Ltd	Reino Unido
Gamesa Innovation and technology	España

Tabla 6: Proyecto FENIX

### Proyecto RELIANCE

El proyecto RELIANCE da nombre a: Coordinación de las Perspectivas de Investigación en las redes de Transporte Eléctrico Europeas, para Optimizar la Fiabilidad del Suministro Eléctrico a través de un Acercamiento Sistémico Incluyendo el Crecimiento de la Generación Distribuida y las Energías Renovables.

El objetivo del proyecto es eliminar en dos años la mayoría de las barreras técnicas y no-técnicas para permitir un acercamiento proactivo de los agentes dedicados a la investigación, para diseñar una visión de la red Europea de transporte eléctrico para 2020.

Nombre del proyecto	RELIANCE
Presupuesto	2.191.264
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CA
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Suez Tractebel SA	Holanda
Statnett SS	Alemania
Terna-Rete elettrica nazionale	Italia
Energinet DK	Dinamarca
Elia System operador SA	Bélgica
Tennet TSO BV	Dinamarca
Eltra Amba	Dinamarca
Forshungsgemeinschaft fuer Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft EV	Alemania
University of Manchester	Reino Unido
Ferm Servizi SRL	Italia
Sintef Energiforskning A/S	Noruega
Institut fuer Solare Energieversorgungstechnik EV	Alemania
Technofi SA	Francia
Elia Asset SA	Bélgica
Ceps As	República Checa
Red Eléctrica de España	España
Electricite de France	Francia

Tabla 7: Proyecto RELIANCE

### Proyecto SOLID-DER

El proyecto SOLID-DER da nombre a: una Acción Coordinada a través de la Promoción y Consolidación de todas las Actividades RTD para la Integración a Gran Escala de DER en el Mercado de la Electricidad.

El objetivo del proyecto se enfoca en consolidar y reducir la fragmentación de las actividades de investigación que se realizan en Europa, para poder integrar la generación distribuida proveniente de renovables a gran escala.

Nombre del proyecto	SOLID-DER
Presupuesto	1.499.478
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CA
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Energieonderzoek centrum	Alemania
Institut fuer Solare Energiewirtschaft EV	Alemania
Fundacion Labein	España
Black Sea Regional Energy Centre	Dinamarca
Lietuvos Energetikos Instituta	Eslovaquia
Siemens AG	Alemania
Univerza V Ljubljani	Eslovenia
Universidad Pontifica de Comillas	España
Osterreichisches Forschungs und Prufzentrum Arsenal GMBH	Austria
Iberdrola SA	España
Krajowa Agenja Poszanowania Energii SA	Polonia
Enviros SRO	Polonia
EGU - Energeticky Ustav AS	Chipre
Magyar Környezetgazdaságtani Kosponr Alapitvany	Grecia
Danmarks Techniske Universitet	Dinamarca
Verbund-Austrian Hydro Power	Austria
Dong Energy Generation S/A	Dinamarca

Tabla 8: Proyecto SOLID-DER

### **Proyecto UNIFLEX-PM**

El proyecto UNIFLEX-PM da nombre a: Conversores de Potencia Eléctrica Avanzados para un Manejo Universal y Flexible de la Potencia Energética en Futuras Redes Eléctricas.

El objetivo es buscar una suministro de energía seguro, limpio y sostenible para Europa. Gestión inteligente de los flujos de energía mediante sistemas avanzados de electrónica de potencia y sistemas flexibles de transporte de energía en corriente alterna (FACTS).

Nombre del proyecto	UNIFLEX-PM
Presupuesto	1.902.684
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STREP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Areva T&D SA	Reino Unido
University of Nottingham	Reino Unido
Aalborg Universitet	Dinamarca
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne	Suiza
Universita Degli Studi di Genova	Italia
ABB Scheron SA	Suiza
Dynex Semiconductro Limited	Reino Unido
European Power Electronics and Drives association	Bélgica

Tabla 9: Proyecto UNIFLEX-PM

### Proyecto EU-DEEP

El proyecto EU-DEEP da nombre a: el Nacimiento de un Partenariado de Energía Distribuida a nivel Europeo que Ayudará a la Implementación a Gran Escala de los Recursos de Energía Distribuida en Europa.

Nombre del proyecto	EU-DEEP
Presupuesto	15.000.000
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
GDF SUEZ	Francia
TEDOM	República Checa
Latvenergo	Letonia
Siemens AG	Alemania
Centro de nuevas tecnologías energéticas	España
Technofi SA	Francia
Gasag Berline Gaswerker SA	Alemania
Tractebel SA	Bélgica
Societe Europeenne D'analyse economique et sociale	Francia
Lunds Universitet	Suecia
RWE Energie Aktiengelleschaft	Alemania
Enersearch AB	Suecia
Bowman Power Group Limited	Reino Unido
IC Consultants Ltd	Reino Unido
Riga Technical University	Letonia
Anco SA	Grecia
Regulatory authority for energy	Grecia
Electricity authority of Cyprus	Chipre
STRI AB	Suecia
Transenergie SA	Francia
VTT Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus	Finlandia
Zaklad Energetyczny Lodz - Teren SA	Polonia
Fagrel SRL	Italia
Loborelec Cooperatieve Venootschap	Bélgica
Energoproject Katowice	Polonia
Fondazione Eni Enrico Mattei	Italia
Marmara Research Center	Turquía
Siemens Aktiengesellschaft Oesterreich	Austria
Saft SA	Francia
The Polish National Energy Conservation Agency	Poland
Katholieke Universiteit Leuven	Bélgica
Frederik Institute of technology	Chipre
Veiki Institute for Electric Power Research	Hungría

---

Center for renewable energy sources	Grecia
Institute of communication and computer systems of the national technical university of Athens	Grecia
Fundación Labein	España
Heletel Ltd	Grecia
MTU CFC Solutions	Alemania
Universidad Politécnica de Valencia	España
Iberdrola SA	España
Aristotle University of Thessaloniki	Grecia
EPA Attiki SA	Grecia
Enprom Energie	Alemania

Tabla 10: Proyecto EU-DEEP

### Proyecto OPERA

EL proyecto OPERA da nombre a: Alianza Europea de Investigación para Comunicaciones de Redes.

El objetivo del proyecto OPERA es mejorar la seguridad de las comunicaciones para las redes de suministro de energía eléctrica, ofreciendo un servicio a consumidores y operadores, mejorando la competitividad del sistema.

Nombre del proyecto	OPERA
Presupuesto	8.998.554
Programa	FP6
Subprograma	ICT
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Iberdrola Ingeniería y consultoría	España
Unión Fenosa SA	España
Electric Powerline Communications	Suecia
Aristole University of Thessaloniki	Grecia
Onitelecom	Portugal
Yitran communications Ltd	Israel
Fundación Robotiker	España
The Open University	Reino Unido
Power Plus Communications	Alemania
PLCFORUM Association	Bélgica
Electricite de France	Francia
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne	Suiza
AUNA ordenadores de telecomunicaciones	España
WIND Telecomunicazioni SPA	Italia
Distribuidora industrial de automatismos y teletransmision SA	España
Spidcom Technologies	Francia
Technische Universitaet Dresden	Alemania
Universidad Pontifica de Comillas	España
Pattern Communications	Polonia
Endesa Net Factory	España
Universidad Politécnica de Madrid	España
Diseño de sistemas de Silicio	España
Eichhoff MBH	Alemania
Eutelis Consult Italia and associates SRL	Italia
MVV Energie AG	Alemania
Mitsubishi Electric ITCE	Francia
Universitaet Karlsruhe	Alemania
Enditel Ingeniería SL	España
Telvent Energía y medio ambiente	España
INESC	Portugal
Advanced Digital Design	España

Tabla 11: Proyecto OPERA

### Proyecto ECCOFLOW

El proyecto ECCOFLOW da nombre a: Desarrollo y Evaluación de un conductor aislado YBCO, Limitador de Corrientes de Falta para la Operación de Redes Eléctricas.

Nombre del proyecto	ECCOFLOW
Presupuesto	2.699.345
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Nexans France S.A.S	Francia
A2a Reti Elettriche Spa	Italia
Rwe Rhein-Ruhr Netzsservice	Alemania
V>Chodoslovenský Energetika A.S.	Eslovaquia
Nexans Superconductors Gmbh	Alemania
Endesa Distribucion Electrica S.L	España
Karlsruher Institut Fuer Technologie	Alemania
Enea - Ricerca Sul Sistema Elettrico Spa	Italia
L'air Liquide S.A A Directoire Et Conseil De Surveillance	Francia
Agencia Estatal Consejo Superior De Investigaciones Cientificas	España
Institute Of Electrical Engineering, Slovak Academy Of Sciences	Eslovaquia
Fundación Labein	España
Centre National De La Recherche Scientifique	Francia
Vattenfall Research And Development Ab	Suecia
Ecole Polytechnique Federale De Lausanne	Suiza

Tabla 12: Proyecto ECCOFLOW

### Proyecto G4V

El proyecto G4V da nombre a: Redes Eléctricas para Vehículos: Análisis del Impacto y las Posibilidades de una Introducción de Vehículos Eléctricos e Híbridos en las Redes Eléctricas e Europa.

Nombre del proyecto	G4V
Presupuesto	2.543.363
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Rwe Rheinland Westfalen Netz Ag	Alemania
Edp Inovacao Sa	Portugal
Endesa Network Factory Sl	España
Stichting Energieonderzoek Centrum Netherland	Holanda
Electricite De France S.A.	Francia
Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen	Alemania
Technische Universitaet Dortmund	Alemania
Chalmers Tekniska Hoegskola Ab	Suecia
Vattenfall Research And Development Ab	Suecia
Enel Distribuzione S.P.A.	Italia
Imperial College Of Science, Technology And Medicine	Reino Unido
Universidad Politécnica De Valencia	España

Tabla 13: Proyecto G4V

### Proyecto MERGE

El proyecto MERGE da nombre a: Recursos Energéticos Móviles en Redes Eléctricas.

Nombre del proyecto	MERGE
Presupuesto	2.961.372
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Public Power Corporation S.A.	Grecia
Red Electrica De Espana S.A.U.	España
Esb Networks Ltd	Irlanda
Regulatory Authority For Energy (Rythmistiki Arhi Energias)	Grecia
Ren - Rede Electrica Nacional S.A.	Portugal
Consulting4drive Gmbh	Alemania
Association Europeenne Des Vehicules Electriques A Batteries, Hybrides Et A Pile A Combustible	Bélgica
Inspire Invest As	Noruega
Imrworld Ltd	Reino Unido
Technische Universitat Berlin	Alemania
Institute Of Communication And Computer Systems	Grecia
Universidad Pontificia Comillas	España
Ricardo Uk Limited	Reino Unido
Iberdrola Distribucion Electrica, S.A.	España
Inesc Porto - Instituto De Engenharia De Sistemas E Computadores Do Porto	Portugal
Cardiff University	Reino Unido

Tabla 14: Proyecto MERGE

### Proyecto SMARGRIDS ETPS

El proyecto SMART GRIDS ETPS da nombre a: Secretariado de las Plataforma Tecnológica para las Redes Eléctricas del Futuro.

Nombre del proyecto	SMART GRIDS ETPS
Presupuesto	379.214
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CSA
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Zabala Innovation Consulting, S.A.	España
Bacher Energie	Suiza
Katholieke Universiteit Leuven	Bélgica

Tabla 15: Proyecto SMART GRIDS ETPS

**Proyecto OPEN METER**

El proyecto OPEN METER da nombre a: Red Pública de Equipos de Medida.

Nombre del proyecto	OPEN METER
Presupuesto	2.400.232
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Iberdrola Distribucion Electrica, S.A.	España
Ziv P Mas C Sl	España
Stmicroelectronics Srl	Italia
Netbeheer Nederland	Holanda
Landis+Gyr Ag	Suiza
Usyscom Tecnologia De Comunicaciones S.L.	España
Rwe Energy Ag	Alemania
Endesa Red Sa*	España
Elster Messtechnik	Alemania
Actaris Sas	Francia
Dlms User Association	Suiza
Comite European De Normalisation Electrotechnique	Bélgica
Advanced Digital Design Sa	España
Universitaet Karlsruhe (Technische Hochschule)	Alemania
Electricite De France S.A.	Francia
Cesi Ricerca Spa	Italia
Enel Distribuzione S.P.A.	Italia
Current Technologies International GmbH	Suiza
Kema Nederland Bv	Holanda

Tabla 16: Proyecto OPEN METER

### **Proyecto IRENE 40**

El proyecto IRENE 40 da nombre a: Mapa de las Infraestructuras para las Redes Energéticas en Europa.

Nombre del proyecto	IRENE 40
Presupuesto	3.846.781
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Areva T&D Uk Ltd	Reino Unido
Siemens Aktiengesellschaft	Alemania
Abb Ab	Suecia
Institute Of Communications And Computer Systems Of The National Techncial University Of Athens	Grecia
Energy Research Centre Of The Netherlands	Holanda
Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen	Alemania
Technische Universiteit Delft	Holanda
Eidgen-Ssische Technische Hochschule Zürich	Suiza
Imperial College Of Science, Technology And Medicine	Reino Unido

Tabla 17: Proyecto IRENE 40

### Proyecto REALISEGRID

El proyecto da nombre a: Investigación, metodologías y tecnologías para el desarrollo efectivo de una red Europea para lograr un suministro eléctrico fiable, competitivo y sostenible.

El objetivo es desarrollar criterios, métodos y herramientas para evaluar cómo debería evolucionar la red de transporte de energía eléctrica para poder ofrecer un suministro óptimo en el futuro de Europa.

Nombre del proyecto	REALISEGRID
Presupuesto	2.924.537
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Cesi Ricerca Spa	Italia
Tennet Tso Bv	Holanda
Vienna University Of Technology	Austria
Rte International	Francia
Applied Systems Analyses, Technology And Research, Energy Models	Italia
Terna - Rete Elettrica Nazionale Spa	Italia
Regional Energy Capacity Auction And Data Operator Gmbh	Austria
Kanlo Consultants Sarl	Francia
Verbund-Austrian Power Grid Ag	Austria
Prysmian Powerlink S.R.L.	Italia
R&D Center For Power Engineering	Rusia
Technofi S.A.	Francia
Technische Universitaet Dortmund	Alemania
Politecnico Di Torino	Italia
The University Of Manchester	Reino Unido
Univerza V Ljubljani	Eslovenia
Commission Of The European Communities - Directorate General Joint Research Centre - Jrc	Bélgica
Technische Universitaet Dresden	Alemania
Observatoire M...Diterran...En De L'energie	Francia
Technische Universiteit Delft	Holanda

Tabla 18: Proyecto REALISEGRID

### Proyecto SUSPLAN

Desarrollo de las líneas de investigación a nivel Europeo para un integración más eficiente de las energías renovables en las infraestructuras eléctricas futuras.

Nombre del proyecto	SUSPLAN
Presupuesto	3.568.911
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Sintef Energiforskning A/S	Noruega
Ec Brec Instytut Energetyki Odnawialnej Sp. O.O.	Polonia
Centrul Pentru Promovarea Energiei Curate Si Eficiente In Romania – Enero	Rumania
Mvv Energie Ag	Alemania
Verbund-Austrian Hydro Power Ag	Austria
University Of The Islands And Highlands Millennium Institute	Reino Unido
Energy Research Centre Of The Netherlands	Holanda
Fraunhofer-Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V	Alemania
Vienna University Of Technology, Energy Economics Group	Austria
Deutsche Energie-Agentur Gmbh	Alemania
Universidad Pontificia Comillas	España
Black Sea Regional Energy Centre	Bulgaria
Enviros S.R.O.	República Checa
Comhairle Nan Eilean Siar	Reino Unido
Statkraft Western Balkans D.O.O.	Serbia
Cesi Ricerca Spa	Italia

Tabla 19: Proyecto SUSPLAN

**Proyecto PEGASE**

Simulación avanzada de la red eléctrica Europea y estimaciones de estado.

El objetivo del proyecto PEGASE es definir de un modo apropiado la estimación de estado de la red, crear marcos de optimización y simulación de la misma, estudiar la arquitectura necesaria de red y validar los modelos generados mediante algoritmos avanzados.

Nombre del proyecto	PEGASE
Presupuesto	8.622.027
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Tractebel Engineering S.A.	Bélgica
Fcs Digiteo Triangle De La Physique	Francia
Hep - Operator Prijenosnog Sustava D.O.O.	Croacia
System Operator-Central Dispatch Administration Of The Unified Energy System	Rusia
Red Electrica De Espana S.A	España
Ren - Rede Electrica Nacional S.A.	Portugal
The University Of Manchester	Reino Unido
Turkiye Elektrik Iletim Anonim Sirketi	Turquía
Universitaet Duisburg-Essen	Alemania
Eliop S.A.	España
Deling Doo	Bosnia
The Design & Research Institute Of Power Systems And Networks Energosetproject	Rusia
Ab Lietuvos Energija	Lituania
Centrale Recherche Sa	Francia
Rigas Tehniska Universitate	Letonia
Rte Edf Transport Sa	Francia
Compania Nationala De Transport Al Energiei Electrice Transelectrica Sa	Rumania
"Asociacion De La Investigacion Y Cooperacion Industrial De Andalucia ""F. De Paula Rojas"""	España
Institut National De Recherche En Informatique Et En Automatique	Francia
Forshungsgemeinschaft Fuer Elektrische Anlagen Und Stromwirtschaft E.V.	Alemania
Universite De Liege	Bélgica

Tabla 20: Proyecto PEGASE

### Proyecto ADDRESS

El proyecto ADDRESS da nombre a: Distribución Activa de Redes Eléctricas con Total Integración de la Demanda y las Fuentes de Energía Distribuida.

Nombre del proyecto	ADDRESS
Presupuesto	9.000.000
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Enel Distribuzione S.P.A.	Italia
Ziv P Mas C Sl	España
Alcatel-Lucent Italia S.P.A.	Italia
Universidad Pontificia Comillas	España
Responsiveload Limited	Reino Unido
Electricite De France S.A.	Francia
Enel Produzione. S.P.A.	Italia
Iberdrola Distribucion Electrica, S.A.	España
Universita' Degli Studi Di Siena	Italia
Vlaamse Instelling Voor Technologisch Onderzoek N.V.	Bélgica
Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus	Finlandia
The University Of Manchester	Reino Unido
Philips Electronics Nederland B.V.	Holanda
Vattenfall Research And Development Ab	Suecia
Abb Schweiz Ag	Suiza
Ericsson Espana S.A.	España
Landis+Gyr Sas	Francia
Consentec Consulting Fuer Energiewirtschaft Und -Technik Gmbh	Alemania
Enel Electrica Dobrogea	Rumania
Electrolux Home Products Corporation Nv	Bélgica
Edf Energy Networks Ltd	Reino Unido
Current Technologies International Gmbh	Suiza
Fundación Labein	España
Universita Degli Studi Di Cassino	Italia
Kema Nederland Bv	Holanda

Tabla 21: Proyecto ADDRESS

### Proyecto ANEMOS-PLUS

El proyecto ANEMOS-PLUS da nombre a: Herramientas Avanzadas para el Manejo de las redes Eléctricas gran integración de Eólica.

Nombre del proyecto	ANEMOS-PLUS
Presupuesto	2.598.296
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Association Pour La Recherche Et Le Developpement Des Methodes Et Processus Industriels	Francia
Enfor A/S	Dinamarca
Vattenfall Ab	Suecia
Dong Energy Generation A/S	Dinamarca
Acciona Energia, S.A.	España
Ewe Aktiengesellschaft	Alemania
System Operator For Northern Ireland	Reino Unido
Eirgrid Plc	Irlanda
Institute Of Communication And Computer Systems/National Technical University Of Athens	Grecia
Red Electrica De Espana	España
Universitet Des Antilles Et De La Guyane	Francia
Public Power Corporation	Grecia
Rede El...Ctrica Nacional,S.A.	Portugal
National University Of Ireland, Dublin	Irlanda
Inesc Porto - Instituto De Engenharia De Sistemas E Computadores Do Porto	Portugal
Fundación Cener-Ciemat	España
Energy & Meteo Systems Gmbh	Alemania
"Overspeed Gmbh #Amp; Co. Kg"	Alemania
Danmarks Tekniske Universitet (Technical University Of Denmark)	Dinamarca
Danmarks Tekniske Universitet (Technical University Of Denmark), Risoe National Laboratory	Dinamarca
Electricite De France	Francia

Tabla 22: Proyecto ANEMOS-PLUS

**Proyecto CRISTAL**

Control de los Sistemas de Integración de Renovables

Nombre del proyecto	CRISTAL
Presupuesto	198.540
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CA
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Anglia Ruskin University Higher Education Corporation	Reino Unido
Sustainable Technology Solutions Ltd.	Reino Unido
Newage Avk Seg	Reino Unido
Technological And Educational Institute Of Patras	Grecia
University Politehnica Bucharest	Rumania
E M Renewables Ltd.	Reino Unido
Transilvania University Of Brasov (Universitatea Transilvania Brasov)	Rumania
Environment Park S.P.A.	Italia
Politecnico Di Torino	Italia
Aalborg University	Dinamarca
Politechnika Warszawska (Warsaw University Of Technology)	Polonia
Dublin Institute Of Technology	Irlanda

Tabla 23: Proyecto CRISTAL

### Proyecto INTEGRAL

El proyecto INTEGRAL da nombre a plataformas de TIC integradas basadas en el control distribuido para redes eléctricas con gran penetración de renovables y generación distribuida.

Nombre del proyecto	INTEGRAL
Presupuesto	2.608.667
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Energy Research Centre Of The Netherlands	Holanda
Ict Automatisering N.V.	Holanda
Enersearch Ab	Suecia
Wattpic Energia Intel-Ligent S.L.	España
Gasunie Engineering And Technology B.V.	Holanda
Blekinge Tekniska Hogskola	Suecia
Groupement Pour Inventer La Distribution Electrique De L'avenir	Francia
Institute Of Communication And Computer Systems- Ntua	Grecia
Institut National Polytechnique De Grenoble	Francia

Tabla 24: Proyecto INTEGRAL

### Proyecto ADINE

El proyecto ADINE da nombre a Distribución Activa en Redes Eléctricas

Nombre del proyecto	ADINE
Presupuesto	2.116.562
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Teknologiakeskus Hermia Oy / Technology Centre Hermia Ltd.	Finlandia
Nokian Capacitors Gmbh	Alemania
Nokian Capacitors Ltd	Finlandia
Compower Ab	Suecia
Lunds Universitet	Suecia
Abb Oy, Distribution Automation	Finlandia
Tampere University Of Technology	Finlandia

Tabla 25: Proyecto ADINE

### Proyecto VSYNC

El proyecto VSYNC da nombre a: Máquinas Sincrónicas Virtuales para la Estabilización de la frecuencia en Futuras Redes Eléctricas con una gran cantidad de Generación Descentralizada.

Nombre del proyecto	VSYNC
Presupuesto	1.989.100
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Energy Research Centre Of The Netherlands	Holanda
Continuon Netbeheer N.V.	Holanda
Electrica S.A.	Rumania
Ufe Umweltfreundliche Energieanlagen Handelsgesellschaft Mbh	Alemania
3E	Bélgica
Universitatea Politehnica Bucuresti	Rumania
Technische Universiteit Eindhoven	Holanda
Fundación Labein	España
Katholieke Universiteit Leuven	Bélgica
Delft University Of Technology	Holanda

Tabla 26: Proyecto VSYNC

### Proyecto GROW-DERS

El proyecto GROW-DERS da nombre a: red eléctrica con gran cantidad de generación distribuida y operación de la misma usando sistemas de almacenamiento flexibles.

Nombre del proyecto	GROW-DERS
Presupuesto	1.269.500
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Kema Nederland Bv	Holanda
Iberdrola Distribucion Electrica, S.A.	España
Electricity Authority Of Cyprus	Chipre
Continuon Netbeheer Nv	Holanda
Sicon Sri (Societa Soggetta Alla Direzione E Coordinamento Del Gruppo Socomec S.A.)	Italia
Instytut Energetyki, Jednostka Badawczo - Rozwojowa Oddzial Gdansk	Polonia
Commissariat A L'energie Atomique	Francia
Exendis Bv	Holanda
Saft S.A	Francia
Mvv Energie Ag	Alemania

Tabla 27: Proyecto GROW-DERS

### Proyecto WINDGRID

El proyecto WINDGRID da nombre a: próxima integración de eólica en las redes eléctricas

Nombre del proyecto	WINDGRID
Presupuesto	1.691.197
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Red Electrica De España, S.A.	España
Gamesa Wind Engineering Aps	Dinamarca
Korona Inzeniring D.D.	Eslovenia
Ren - Rede Electrica Nacional, S.A.	Portugal
Edison Energie Speciali S.P.A.	Italia
Deloitte, S.L.	España
Iberdrola Energias Renovables Ii S.A.U	España
Windenergie, S.R.O.	República Checa
Institut Fuer Solare Energieversorgungstechnik E. V.	Alemania
Elektro-Slovenija, D.O.O	Eslovenia
Enercon Gmbh	Alemania

Tabla 28: Proyecto WINDGRID

### Proyecto MORE MICROGRIDS

El proyecto MORE MICROGRIDS da nombre a: arquitectura avanzada y conceptos de control para micro-redes

Nombre del proyecto	MORE MICROGRIDS
Presupuesto	4.683.082
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STREP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Institute Of Communication And Computer Systems Electric Energy Systems Laboratory	Grecia
Enea - Ricerca Sul Sistema Elettrico S.P.A.	Italia
Imperial College Of Science, Technology And Medicine	Reino Unido
Danmarks Tekniske Universitet	Dinamarca
Systems Sunlight Industrial & Commercial Company Ofdefensive, Energy, Electronic And Telecom. Systems S.A.	Grecia
Bioengineering Doo	Yugoslavia
Research Center For Energy, Informatics And Materials Of The Macedonian Academy Of Sciences And Arts	Yugoslavia
Ss Cysril And Methodius University, Faculty Of Electrical Engineering And Information Technologies	Yugoslavia
Edp - Energias De Portugal, S.A.	Portugal
Inesc Porto - Instituto De Engenharia De Sistemas E Computadores Do Porto	Portugal
Zaklad Energetyczny Lodz - Teren Sa	Polonia
Cesi - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano	Italia
Mvv Energie Ag	Alemania
N.V. Continuon Netbeheer	Holanda
Emforce B.V.	Holanda
Anco S.A. Agencies, Commerce And Industry	Grecia
Abb Schweiz Ag	Suiza
Centre For Renewable Energy Sources	Grecia
Uniwersytet Lodzki	Polonia
Siemens Ag	Alemania
Association Pour La Recherche Et Le Developpement Des Methodes Et Processus Industriels	Francia
Fundacion Labein	España
The Turbo Genset Company Ltd	Reino Unido
The University Of Manchester	Reino Unido
Zivp Mas C, S.L.	España
Sma Technologie Ag	Alemania
Institut Fuer Solare Energieversorgungstechnik E.V	Alemania
Germanos - Anonymos Viomihaniki Ke Emboriki Eteria Ilekstrologikou Kai Tilepikinoniakou Ylikou	Grecia
Eltra Amba	Dinamarca

Tabla 29: Proyecto MORE MICROGRIDS

### Proyecto DER-LAB

El proyecto DER-LAB da nombre a: laboratorios de energías renovables distribuidas y estandarización para redes eléctricas.

Nombre del proyecto	DER-LAB
Presupuesto	3.138.439
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	NOE
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Fraunhofer-Gesellschaft Zur Forderung Der Angewandten Forschung E.V.Fraunhofer Iwes-Ks	Alemania
European Distributed Energy Resources Laboratories E. V.	Alemania
Enea - Ricerca Sul Sistema Elettrico S.P.A.	Italia
Danmarks Tekniske Universitet	Dinamarca
Commissariat A L'energie Atomique (Cea)	Francia
Politechnika Lodzka	Polonia
Tehnica Universitet Sofia	Bulgaria
Osterreichisches Forschungs Und Prufzentrum Arsenal Ges.M.B.H	Austria
Fundacion Labein	España
Kema Nederland Bv	Holanda
The University Of Manchester	Reino Unido
Institute Of Communication And Computer Systems	Grecia

Tabla 30: Proyecto DER-LAB

### Proyecto HESCAP

El proyecto da nombre a: Supercondensadores de nueva generación, con gran densidad de potencia y energía para almacenamiento eléctrico.

Nombre del proyecto	HESCAP
Presupuesto	2.298.764
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Centro De Estudios E Investigaciones Tecnicas De Gipuzkoa	España
Oü Skeleton Technologies	Estonia
Apct-Ukraine	Ucrania
Fundacion Imdea Energia	España
Commissariat A L' Energie Atomique	Francia
National Technical University Of Athens	Grecia

Tabla 31: Proyecto HESCAP

**Proyecto NANOHY**

El proyecto NANOHY da nombre a aplicaciones para almacenamiento de hidrógeno.

Nombre del proyecto	NANOHY
Presupuesto	2.399.629
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Karlsruher Institut Fuer Technologie	Alemania
Centre National De La Recherche Scientifique (Cnrs)	Francia
Universitetet I Oslo	Noruega
Max Planck Gesellschaft Zur Foerderung Der Wissenschaften E.V.	Alemania
Institutt For Energiteknikk	Noruega
Futurecarbon GmbH	Alemania
National Center For Scientific Research "Demokritos"	Grecia
Consiglio Nazionale Delle Ricerche	Italia

Tabla 32: Proyecto NANOHY

### Proyecto NESSHY

El proyecto NESSHY da nombre a almacenamiento sólido y eficiente para el hidrógeno.

Nombre del proyecto	NESSHY
Presupuesto	7.499.999
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
National Center For Scientific Research "Demokritos" Enviromental Research Laboratory - Intrp"	Grecia
Daimler Ag	Alemania
Centre National De La Recherche Scientifique (Cnrs)	Francia
Eidgenoessische Materialpruefungs- Und Forschungsanstalt	Suiza
Southwest Research Institute	EEUU
Technische Universiteit Delft	Holanda
Leibniz-Institut Fuer Festkoerper- Und Werkstoffforschung Dresden E.V.	Alemania
Instituto Nacional De Engenharia, Tecnologia E Inovacao	Portugal
Orta Dogu Teknik Universitesi	Turquía
Danmarks Tekniske Universitet	Dinamarca
Science Institute - University Of Iceland.	Islandia
Gkss - Forschungszentrum Geesthacht GmbH.	Alemania
Vereniging Voor Christelijk Hoger Onderwijs, Wetenschappelijk Onderzoek En Patientenzorg	Holanda
University Of Birmingham	Reino Unido
Universite De Fribourg	Suiza
Institutt For Energiteknikk	Noruega
L'air Liquide S.A	Francia
University Of Salford	Reino Unido
Max-Planck-Gesellschaft Zur Förderung Der Wissenschaften E.V.	Alemania
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH	Alemania
Stockholms Universitet	Suecia
Commission Of The European Communities, Directorate General Joint Research Centre	Bélgica
Johnson Matthey Plc.	Reino Unido

Tabla 33: Proyecto NESSHY

### Proyecto ALISTORE

El proyecto ALISTORE da nombre a sistemas avanzados de almacenamiento eléctrico basados en baterías de litio usando materiales nano-estructurados.

Nombre del proyecto	ALISTORE
Presupuesto	5.000.000
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	NOE
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Centre National De La Recherche Scientifique	Francia
Technische Universiteit Delft	Holanda
Consejo Superior De Investigaciones Cientificas	España
Uppsala Universitet	Suecia
Universite De Montpellier Ii	Francia
Universita Degli Studi Di Roma "La Sapienza" - University Of Rome "La Sapienza"	Italia
University Of Kent	Reino Unido
Universidad De Cordoba	España
Universite De Provence	Francia
Politechnika Warszawska	Polonia
The University Court Of The University Of St Andrews	Reino Unido

Tabla 34: Proyecto ALISTORE

### **Proyecto POMEROL**

El proyecto POMEROL da nombre a: Materiales de bajo coste y seguros para baterías de ion-litio.

Nombre del proyecto	POMEROL
Presupuesto	2.470.953
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	STREP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Saft	Francia
Timcal Sa	Suiza
Daimler Ag	Alemania
Sa Umicore Nv	Bélgica
Commissariat A L'energie Atomique	Francia
Volkswagen	Alemania
Merck Kgaa	Alemania

Tabla 35: Proyecto POMEROL

### Proyecto DESIRE

Estrategia de diseminación para la integración a gran escala de las energías renovables en la red eléctrica.

Nombre del proyecto	DESIRE
Presupuesto	1.199.255
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	Acción específica de apoyo
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Aalborg University	Dinamarca
Politechnika Warszawska (Warsaw University Of Technology)	Polonia
Emd Deutschland S. Chun Und Andere Gbr	Alemania
Emd International A/S	Dinamarca
Institut Fuer Solare Energieversorgungstechnik E.V	Alemania
Fundacion Labein	España
The University Of Birmingham	Reino Unido
Universitaet Kassel	Alemania
Tallinn University Of Technology	Letonia
Planenergi S/I	Dinamarca

Tabla 36: Proyecto DESIRE

### **Proyecto SMARTHOUSE-SMARTGRID**

El proyecto SMARTHOUSE-SMART GRIDS da nombre a: casas inteligentes interactivas con redes eléctricas para alcanzar una mayor eficiencia energética en edificios.

Nombre del proyecto	SMARTHOUSE-SMARTGRID
Presupuesto	2.560.000
Programa	FP7
Subprograma	ICT
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Sap Ag	Alemania
Public Power Corporation	Grecia
Stichting Energionderzoek Centrum	Holanda
Institute Of Communication And Computer Systems	Grecia
Mvv Energie Ag	Alemania
Institut Fuer Solare Energieversorgungstechnik E.V	Alemania

Tabla 37: Proyecto SMARTHOUSE-SMARTGRID

## Proyecto OPERA 2

Continuación del proyecto OPERA, segunda fase.

Nombre del proyecto	OPERA 2
Presupuesto	5.000.000
Programa	FP6
Subprograma	ICT
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Iberdrola Sa	España
Universidad Pontifica Comillas	España
Universitaet Karlsruhe (Th)	Alemania
Eutelis Consult Italia & Associates - S.R.L.	Italia
Elektro Ljubljana Javno Podjetje Za Distribucijo Elektricne Energije D.D.	Eslovenia
Union Fenosa Redes De Telecomunicacion S.L.	España
Universitat Ramon Llull, Fundacio Privada	España
Telvent Energia Y Medio Ambiente Sa	España
Amperion Limited	Reino Unido
Companhia Energetica De Goias	Brasil
Linz Strom GmbH Fuer Energieerzeugung, -Verteilung Und Telekommunikation	Austria
Ecole Polytechnique Federale De Lausanne	Suiza
Onitelecom - Infocomunicacoes, S.A.	Suiza
Edp Inovacao Sa	Portugal
Universidad Politecnica De Madrid	España
Fundación Robotiker	España
Diseño De Sistemas En Silicio S.A.	España
Current Technologies International GmbH	Suiza
Schneider Electric Powerline Communications Ab	Suecia
Edev Cpl Technologie Sa	Francia
Distribuidora Industrial De Automatismos Y Teletransmision Sa	España
Technische Universitaet Dresden	Alemania
Eichhoff GmbH	Alemania
Power Plus Communications Ag	Alemania
Universitaet Duisburg-Essen	Alemania
Cámara Oficial De Comercio E Industria De Madrid	España

Tabla 38: Proyecto OPERA 2

**Proyecto FLYHY**

El proyecto FLYHY da nombre a: Almacenaje de hidrógeno a bajas temperaturas.

Nombre del proyecto	FLYHY
Presupuesto	2.099.200
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Gkss Research Centre Geesthacht GmbH	Alemania
Institut For Energiteknikk	Noruega
Aarhus Universitet	Dinamarca
Universita Degli Studi Di Torino	Italia
Instituto De Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas Y Aplicadas	Argentina
Tropical S.A.	Grecia

Tabla 39: Proyecto FLYHY

### Proyecto HIPERDNO

El proyecto HIPERDNO da nombre a: tecnologías avanzadas de cálculo para la operación de las redes de distribución inteligentes.

Nombre del proyecto	HIPERDNO
Presupuesto	4.380.060
Programa	FP7
Subprograma	ICT
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Brunel University	Reino Unido
University Of Oxford	Reino Unido
Electricite De France S.A	Francia
Fraunhofer Iwes	Alemania
Gtd	España
Ibm	Israel
Indra	España
Korona	Eslovenia
Edf Energy Networks	Reino Unido
Unión Fenosa	España
Elektro Gorenjska	Eslovenia

Tabla 40: Proyecto HIPERDNO

### Proyecto DLC+VIT4IP

El objetivo del proyecto es diseñar, implementar y evaluar una infraestructura de comunicación usando la red de distribución existente. Esto permitirá la instalación de sensores y actuadores inteligentes, proveyendo de mejores servicios a la red.

Nombre del proyecto	DLC+VIT4IP
Presupuesto	3.499.997
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Kema International B.V.	Holanda
Austrian Academy Of Sciences	Austria
Devolo Ag	Alemania
Israel Electric Corporation Ltd	Israel
Hw Communications Ltd	Reino Unido
Iad Gesellschaft Fur Informatik, Automatisierung Und Datenverarbeitung	Alemania
Lancaster University	Reino Unido
Technische Universitaet Dresden	Alemania
Consortio Per La Ricerca Nell Automatica E Nelle Telecommunicationi	Italia
Yitran Communication Ltd	Israel
Vlaamse Instelling Voor Technologisch Onderzoek	Bélgica
Vettenfall Europe Netzservice GmbH	Alemania

Tabla 41: Proyecto DLC+CIT4IP

### Proyecto MIRACLE

El proyecto MIRACLE da nombre a previsión y planificación de la demanda energética, suministro y distribución de la misma.

Nombre del proyecto	MIRACLE
Presupuesto	2.998.017
Programa	FP7
Subprograma	ICT
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Sap Research Cec	Alemania
Aalborg Universitet	Dinamarca
Centre For Renewable Energy Sources	Grecia
Enbw Energie Baden-Wurttemberg Ag	Alemania
Inea	Eslovenia
Jozen Stefan Institute	Eslovenia
Technische Universitat Dresden	Alemania
Tno	Holanda

Tabla 42: Proyecto MIRACLE

### **Proyecto OPENNODE**

El proyecto OPENNODE da nombre a: Arquitectura abierta para nodos en las redes eléctricas inteligentes.

Nombre del proyecto	OPENNODE
Presupuesto	2.789.970
Programa	FP7
Subprograma	ICT
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Atos Origin	Reino Unido
Iberdrola	España
Edp Inovaçao	Portugal
Edf	Francia
Siemens	Alemania
Nucleo	España
Kema	Holanda
Ite	España

Tabla 43: Proyecto OPENNODE

### Proyecto ICOEUR

El proyecto ICOEUR da nombre a: coordinación, operación y control de emergencias en las redes eléctricas europeas y de Rusia.

Nombre del proyecto	ICOEUR
Presupuesto	3.175.000
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Tallinn Univ	Estonia
Abb Ab	Suecia
Cesi Ricerca Spa	Italia
Elektro Slovenija Doo	Eslovenia
Elpros Elektronski In Programske Sistemi Doo	Eslovenia
Energy System Inst	Rusia
Jsc Mosenergo	Rusia
Jsc Ntc Eletroenergetika Sibepri	Rusia
Politecnico Di Torino	Italia
Power System Emergency Control Lab	Rusia
Riga Technical Univ	Letonia
Russian Academy Of Sciences	Rusia
Rwe Transportnetz Strom GmbH	Alemania
State Research Inst Of Physical Energetics	Letonia
State Scientific Establishment "High Voltage Research Institute"	Rusia
Suez Tractebel Sa	Bélgica
Swiss Federal Institute Of Technology Lausanne - Ecole Polytechnique Federale De Lausanne	Suiza
Tech Univ Dortmund	Alemania
Terna Rete Elettrica Naz Spa	Italia
The Design & Research Inst Of Power Systems And Networks	Rusia
The Fed State Unitary Enterprise All Russian Electrotcynical Inst	Rusia
The Turkish Electricity Transmission Corporation	Turquía
University Of Birmingham	Reino Unido

Tabla 44: Proyecto ICOEUR

### Proyecto SEESTOC

El proyecto SEESTOC da nombre a los retos de las operadoras de transporte de energía eléctrica en el sudeste de Europa.

Nombre del proyecto	SEESTOC
Presupuesto	2.340.000
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
City University London	Reino Unido
Acedonian Electricity Transmission System Operator	Macedonia
Cez Distribution Bulgaria Ltd	Bulgaria
Electricity System Operator (Eso) Ead	Bulgaria
Hellenic Transmission System Operator Sa	Grecia
Jp "Elektromeza Srbije"	Serbia
National Technical University Of Athens (Ntua)	Grecia
Public Power Corporation Sa	Grecia
S.C. Roenp Init S.R.	Rumania
School Of Pedagogical And Technological Education	Grecia
Ss Cyril And Methodius University In Skopje (University Sv Kiril I Metodij)	Macedonia
Technical University Of Sofia, Research And Development Sector (R&Ds)	Bulgaria
Terna Spa	Italia
University Of Belgrado (Univerziteta U Beogradu)	Yugoslavia
University Politehnica Of Bucharest	Rumania

Tabla 45: Proyecto SEESTOC

### Proyecto OPTIMATE

El proyecto OPTIMATE da nombre a: una plataforma abierta para analizar la integración en el nuevo mercado eléctrico Europeo de las fuentes de energía intermitente.

Nombre del proyecto	OPTIMATE
Presupuesto	3.169.000
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Technofi Sa	Francia
Association Pour La Recherche Et Le Developpement Des Methodes Et Procedures Ind	Francia
Danmark Tekniske Universitet	Dinamarca
Elia System Operator Sa	Bélgica
Enbw Transportnetze Ag	Alemania
Katholieke Universiteit Leuven (Catholic University Of Louvain)	Bélgica
Red Electrica Corporacion Sa	España
Rte Edf Transport	Francia
Societe Europeene D'analyses Economiques Et Sociales	Francia
The Victoria University Of Manchester	Reino Unido
Universidad Pontificia Comillas	España
Vattenfall Europe Transmission Gmbh	Alemania

Tabla 46: Proyecto OPTIMATE

### Proyecto LASTBEG

El proyecto LASTBEG da nombre a: Herramienta para el equilibrio de la potencia en la red eléctrica.

Nombre del proyecto	LASTBEG
Presupuesto	6.825.000
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Nanotech Sas	Francia
Ab Lietuvos Energija	Lituania
Asociacion De Investigacion De La Industria Navarra	España
Ecointegral Ingenieria, S.L.	España
Enica Ltd	Reino Unido
Gamma Digital Development And Service Ltd	Hungría
Gtd Sistemas De Informacion, S.A.	España
Kauno Technologijos Universitetas	Lituania
New & Renewable Energy Centre Ltd.	Reino Unido
Sociedad Fraunhofer Para La Investigacion Y Desarrollo Tecnologico Ev (Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung	Alemania

Tabla 47: Proyecto LASTBEG

### Proyecto TWENTIES

El proyecto TWENTIES da nombre a: operación del sistema de transmisión con gran penetración de eólica y otras fuentes de energías renovables en redes mediante herramientas innovadores y nuevas soluciones para la gestión de la energía.

Nombre del proyecto	TWENTIES
Presupuesto	35.000.000
Programa	FP7
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	CP
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Red Electrica Corporacion Sa	España
Areva T&D Uk Ltd	Reino Unido
Asea Brown Boveri, S.A.	España
Cesi Ricerca Spa	Italia
Coreso	Bélgica
Danmarks Tekniske Universitet	Dinamarca
Dong Energy Generation As	Dinamarca
Electricite De France †Sa	Francia
Elia System Operator Sa	Bélgica
Energinet.Dk	Dinamarca
European Wind Energy Assoc	Bélgica
Gamesa Innovation And Technology Sl	España
Iberdrola, S.A.	España
Inesc Porto - Inst De Engenharia De Sistemas E Computadores Do Porto	Portugal
Institut Fuer Solare Energieversorgungstechnik, E.V.	Alemania
Katholieke Universiteit Leuven (Catholic University Of Louvain)	Bélgica
National University Of Ireland - University College Dublin	Irlanda
Rte Edf Transport S.A.	Francia
Siemens, S.A.	España
Sintef Energiforskning A/S	Noruega
Tennet Bv	Holanda
Universidad Pontificia Comillas	España
Universit Of Liege	Bélgica
Universite Libre De Bruxelles	Bélgica
University Of Strathclyde In Glasgow	Reino Unido
Vattenfall Europe Transmission Gmbh	Alemania

Tabla 48: Proyecto TWENTIES

### Proyecto EWIS

El proyecto EWIS da nombre a Estudio Europeo para la integración de la Eólica.

Nombre del proyecto	EWIS
Presupuesto	4.038.763
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	Acción específica de apoyo
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Elia System Operator Sa	Bélgica
Verbund-Austrian Power Grid Ag	Austria
Vattenfall Europe Transmission GmbH	Alemania
Rwe Transportnetz Strom GmbH	Alemania
Reseau De Transport D'electricite Edf Transport S.A.	Francia
Ren-Rede Electrica Nacional S.A.	Portugal
Red Electrica De Espana—A, S.A.	España
Pse-Operator	Polonia
National Grid Electricity Transmission	Reino Unido
Hellenic Transmission System Operator Sa	Grecia
Eirgrid Plc	Irlanda
E.On Netz GmbH	Alemania
Energinet.Dk	Dinamarca
Ceps A.S	República Checa
Tennet Bv	Holanda

Tabla 49: Proyecto EWIS

**Proyecto IS-POWER**

El proyecto IS-POWER da nombre a: Sistemas de potencia aislados: Transferencia de tecnología y conocimiento: Generación distribuida y gestión de la demanda

Nombre del proyecto	IS-POWER
Presupuesto	1.674.182
Programa	FP6
Subprograma	Energía
Tipo de proyecto	Acción específica de apoyo
<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidad</b>
Red Eléctrica De España, S.A.	España
Ionian Energy Ltd	Grecia
Acrosslimits Technologies Ltd	Malta
Empresea De Electricidade Da Madeira	Portugal
Deloitte	España
Transmission System Operator Cyprus	Chipre
Iberenova	España

Tabla 50: Proyecto IS-POWER

## Análisis de los proyectos

A partir de todos los proyectos que se han estudiado, presentados en las tablas de las páginas anteriores, se ha realizado un estudio sobre las participaciones de las empresas, los países y los liderazgos por país, para poder analizar la situación de los diferentes países en el desarrollo de las redes inteligentes y sistemas de almacenamiento.

Nº DE PARTICIPACIONES POR PAÍS		
País	Nº	Porcentaje
Spain	98	14,52%
Germany	95	14,07%
France	62	9,19%
United Kingdom	57	8,44%
Italy	42	6,22%
Netherland	35	5,19%
Greece	35	5,19%
Belgium	31	4,59%
Denmark	26	3,85%
Suisse	20	2,96%
Sweden	19	2,81%
Portugal	18	2,67%
Poland	14	2,07%
Austria	13	1,93%
Slovenia	13	1,93%
Russia	11	1,63%
Romania	10	1,48%
Norway	9	1,33%
Letonia	7	1,04%
Ireland	6	0,89%
Bulgary	6	0,89%
Check Republic	6	0,89%
Finland	6	0,89%
Chipre	4	0,59%
Turkey	4	0,59%
Yugoslavia	4	0,59%
Israel	4	0,59%
Hungary	3	0,44%
Lithuania	3	0,44%
Estonia	2	0,30%
Slovakia	2	0,30%
Serbia	2	0,30%
Croatia	1	0,15%
Iceland	1	0,15%
Ucraine	1	0,15%
Malta	1	0,15%
Bosnia	1	0,15%
Brasil	1	0,15%
EEUU	1	0,15%
Argentina	1	0,15%

Tabla 51: Participaciones por país en los proyectos analizados

En la tabla anterior se puede observar que no todos los países pertenecen a la Unión Europea. Esto se debe a que en el Programa Marco se recoge la posibilidad de participación de un país externo debido al interés que puede haber en un tema en concreto o la participación de una entidad por diversos motivos.

LIDERAZGO POR PAÍS		
País	Nº	Porcentaje
Spain	9	19,15%
France	7	14,89%
United Kingdom	7	14,89%
Germany	6	12,77%
Netherland	5	10,64%
Italy	3	6,38%
Belgium	3	6,38%
Greece	3	6,38%
Denmark	1	2,13%
Estonia	1	2,13%
Finland	1	2,13%
Norway	1	2,13%

Tabla 52: Liderazgo por país de los proyectos analizados

Se observa que no todos los países han liderado proyectos, solo 12 países de la Unión Europea han liderado proyectos relacionados con las redes eléctricas inteligentes.

PARTICIPACIONES DE ENTIDADES		
Acrónimo	Entidad	Nº part.
ABB	Abb Scheron Sa	6
APRDMPI	Association Pour La Recherche Et Le Developpement Des Methodes Et Processus Industriels	3
AREVA	Areva T&D SA	4
ATOMIQUE	Commissariat A L'energie Atomique	4
CESI	Cesi Ricerca Spa	6
CNRS	Centre National De La Recherche Scientifique	4
CONTINUON	Continuon Netbeheer N.V.	3
CRES	Center For Renewable Energy Sources	3
CURTEC	Current Technologies International Gmbh	3
DONG	Dong Energy Generation S/A	3
EACYP	Electricity Authority Of Cyprus	3
ECOLELAU	Ecole Polytechnique Federale De Lausanne	3
EDF	Electricite De France	17
EDP	Edp Inovacao Sa	4
ELIA	Elia System Operator SA	5
ENDESA	Endesa Net Factory	4
ENEA	Enea - Ricerca Sul Sistema Elettrico Spa	3
ENEDK	Energinet DK	3
ENEL	Enel Distribuzione S.P.A.	5
ERCN	Energy Research Centre Of The Netherlands	4
FRAUNHOFER	Fraunhofer-Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V	6
GAMESA	Gamesa Innovation And Technology	3
IBERDROLA	Iberdrola Distribucion Electrica	12
ICCS	Institute Of Communication And Computer Systems	3
IFSE	Institut Fuer Solare Energieversorgungstechnik EV	8
IMCSCM	Imperial College Of Science, Technology And Medicine	3
INESC	Inesc	6
KARLSRUHER	Karlsruher Institut Fuer Technologie	3
KEMA	Kema Nederland Bv	6
KORONA	Korona Inziniring Dd	3
LABEIN	Fundacion Labein	9
MVV	Mvv Energie Ag	5
POLITTOR	Politecnico Di Torino	4
PPCOR	Public Power Corporation S.A.	4
REE	Red Eléctrica De España	10
REN	Ren - Rede Electrica Nacional S.A.	4
RWE	Rwe Energie Aktiengelleschaft	6
SAFT	Saft SA	3
SIEMENS	Siemens Aktiengesellschaft Oesterreich	8
SINTEF	Sintef Energiforskning A/S	3
TECHNOFI	Technofi SA	4
TENNET	Tennet TSO BV	4
TERNA	Terna - Rete Elettrica Nazionale	4
UF	Union Fenosa Sa	3
UNIAAL	Aalborg Universitet	4
UNIATH	Institute Of Communication And Computer Systems Of The National Technical University Of Athens	7

UNIBIRM	University Of Birmingham	3
UNIBUC	University Politehnica Bucharest	3
UNIDELFT	Technische Universiteit Delft	5
UNIDENMARK	Danmarks Techniske Universitet	8
UNIDOR	Technische Universitaet Dortmund	3
UNIDRE	Technische Universitaet Dresden	5
UNIKAR	Universitaet Karlsruhe	3
UNILEU	Katholieke Universiteit Leuven	5
UNIMAN	University Of Manchester	7
UNIRIG	Riga Technical University	3
UNIWAR	Politechnika Warszawska (Warsaw University Of Technology)	3
UPC	Universidad Pontifica De Comillas	8
VATTENFALL	Vattenfall Research And Development Ab	7
ZIVP	Zivp Mas C, SL	4

Tabla 53: Entidades con 3 o más participaciones

De todas las entidades que han participado en los proyectos analizados, se han recogido en la tabla anterior las que cuentan con un número de participaciones igual o superior a tres.

Finalmente, se ha realizado una pequeña evaluación económica de los proyectos, analizando los presupuestos medios por proyecto, por programa, subprograma y tipo de proyecto, siendo los resultados los siguientes:

### Presupuesto medio por proyecto

El presupuesto medio de todos los proyectos analizados es de 4.378.864 €.

### Presupuesto medio por programa

En los programas analizados, Sexto (completo) y Séptimo (hasta 2010) Programa Marco, los presupuestos medios de los proyectos han sido:

FP6	3.676.889 €
FP7	4.890.453 €

### Presupuesto medio por subprograma

Los subprogramas analizados han sido el de Energía y el de TICs (Tecnologías de la Información y de la Comunicación), siendo los presupuestos medios:

Energía	4.390.060 €	38 Proyectos
TIC	4.611.100 €	6 Proyectos

Aunque la mayoría de los proyectos se encuentran en el programa de energía, todos los proyectos analizados de TIC están en el 7º Programa Marco, lo que hace indicar que cada vez van a cobrar más fuerza estas tecnologías en la implantación de las Smart Grids.

### **Presupuesto medio por tipo de proyecto**

Los tipos de proyectos y los presupuestos medios de cada uno de ellos son los siguientes:

CP (Proyecto colaborativo)	24	6.154.821 €
CSA (Acción coordinada de apoyo)	1	379.214 €
CA (Acción coordinada)	3	1.296.427 €
STP (Colaborativo pequeño FP6)	6	2.045.554 €
STREP (Colaborativo FP6)	3	3.018.906 €
NOE (redes de excelencia)	2	4.069.220 €
SSA (Acción de apoyo específica)	3	2.304.067 €

La mayoría de los proyectos son grandes proyectos colaborativos, en los que se juntan un alto número de empresas para investigación. Más de la mitad de los proyectos son de este tipo, y el presupuesto medio de cada uno de ellos es el mayor de todos.

## **ANEXO IV – Documentación técnica para la valoración de necesidades de I+D**

La documentación más importante que se ha consultado para identificar las necesidades de I+D en el terreno de las Redes Eléctricas Inteligentes son los informes que han resultado del trabajo de tres grupos de trabajo expertos formados por la Comisión Europea para la implementación y desarrollo de las Redes Inteligentes en Europa [4, 5, 6].

Se establecen los grupos de trabajo para ofrecer consejo a la Comisión sobre las direcciones que se deben seguir en el desarrollo de políticas y normativa a nivel Europeo que permitan la coordinación de acciones para la implantación de las redes inteligentes en Europa. El periodo de tiempo que se ha establecido para este primer paso en la evolución de las redes y sobre el que se informa en los resultados de los grupos de expertos es de 2010 a 2020.

En el primer grupo de trabajo se establecen las funcionalidades que deben de tener las redes del futuro así como los sistemas de medida.

El segundo grupo de trabajo se enfoca a la regulación necesaria para la protección y privacidad de datos, así como el manejo de los mismos.

Finalmente, en el tercer grupo de trabajo se definen los roles y responsabilidades de los diferentes actores que están afectados en la implantación y uso de las redes eléctricas.

Además, uno de los principales actores a nivel Europeo en la transición de la red actual a la red del futuro es la Plataforma Tecnológica Europa de las Redes Inteligentes, que publicó en 2007 las líneas a seguir en el desarrollo de este tipo de redes para el futuro, y que es una de las bases más importantes de la investigación que se está llevando a cabo actualmente.

Finalmente, se han revisado unos documentos del Departamento de Energía de Estados Unidos para notificar cuáles son las direcciones de investigación que se están adoptando en el ámbito de las redes eléctricas y del almacenamiento.

### **Grupos de expertos de la Comisión**

#### **Grupo de expertos 1.**

El primer grupo de expertos se enfoca a las funcionalidades de las redes inteligentes y los sistemas de medida.

Se define una SmartGrid como la red eléctrica que puede integrar de un modo económico eficiente el comportamiento y las acciones de los usuarios conectados a ella – generadores, consumidores y aquellos que hacen ambas cosas – para asegurar la eficiencia económica y un suministro de alto nivel, con bajas pérdidas y alto grado de seguridad.

La principal diferencia de la red actual y la red del futuro se basa en la capacidad de gestionar una red más compleja con más conexiones de un modo eficiente y efectivo.

Una red inteligente emplea productos y servicios innovadores junto con monitorización inteligente, comunicación y nuevas tecnologías para:

- Facilitar la conexión y la operación de generación de todos los tamaños y tecnologías.
- Permitir a los consumidores formar parte activa para optimizar la operación del sistema.
- Proveer a los consumidores con una mayor cantidad de información y opciones del modo en el que usan la energía.
- Mantener o mejorar los actuales niveles de fiabilidad, calidad y seguridad de suministro.
- Mantener o mejorar los servicios existentes
- Promover la integración de los mercados para ir hacia un mercado integrado Europeo.

Las funcionalidades que se requieren a las Redes Eléctricas son:

1. Ser un habilitador para la integración de nuevos usuarios con distintos requerimientos:
  - a. Facilitar las conexiones a todos los niveles de tensión para todos los elementos existentes y futuros con la disponibilidad de datos técnicos para simplificar y reducir los costes de conexión manteniendo la seguridad en la red, facilitar la conexión de nuevos tipos de carga como pueden ser los vehículos eléctricos, facilitar una plataforma abierta cercana al “plug and play” y garantizar la conexión de energías renovables distribuidas de forma efectiva.
  - b. Mejorar el uso de la red por los usuarios, tanto consumidores como generadores.
  - c. Registrar las capacidades técnicas de los elementos o usuarios conectados a la red para poder proveer a la red con servicios complementarios.
  - d. Actualizar los datos de funcionamiento de la red de modo que se pueda informar del estado de la misma a los usuarios.
2. Aumentar la eficiencia en la operación diaria de la red.
  - a. Mejorar los sistemas de identificación de faltas automáticos y la reconfiguración de la red tras las faltas mediante el uso de protecciones dinámicas y esquemas de automatización y fortaleciendo los sistemas de gestión de distribución de las redes.
  - b. Aumentar la monitorización y control de los flujos energéticos y tensiones.
  - c. Identificar las pérdidas técnicas y no-técnicas a través del análisis de flujos energéticos en la red, cálculo de los balances y la información de los sistemas de medida.
  - d. Mayor frecuencia de actualización de la potencia activa y reactiva que entra y sale de la red en los puntos de generación y consumo para el operador del sistema.
3. Asegurar la seguridad en la red, el control del sistema y la calidad del suministro
  - a. Buscar soluciones para permitir a los usuarios participar en ofrecer servicios complementarios en la red.
  - b. Mejorar los esquemas de operación de la red
  - c. Soluciones para permitir que la generación intermitente contribuya a la seguridad del sistema

- d. Estudio de la seguridad de los sistemas y propuestas de mejora incluyendo acciones ante infiltraciones en la red de operación, ataques terroristas o desastres naturales.
  - e. Soluciones para respuesta rápida ante cambios en la demanda en tiempos requeridos.
4. Mejor planificación de las inversiones en la red.
    - a. Mejores modelos para la generación distribuida, almacenamiento y cargas flexibles (coche eléctrico) y los servicios complementarios que proporcionan.
    - b. Mejora de la gestión de los activos de red y estrategias de uso de la misma.
  5. Mejorar el funcionamiento del mercado y el servicio al consumidor.
    - a. Soluciones para la participación de todos los generadores conectados en el mercado eléctrico.
    - b. Soluciones para la participación de las plantas de generación virtuales en el mercado eléctrico.
    - c. Soluciones para la participación de los consumidores en el mercado eléctrico.
    - d. Soluciones de red para la carga del vehículo eléctrico
    - e. Soporte de red para las instalaciones automatizadas y sistemas inteligentes de los consumidores.
  6. Permitir y fomentar una mayor involucración de los consumidores en uso de la energía a través de dispositivos de medida inteligentes
    - a. Control remoto de los equipos
    - b. Mejora de la información relacionada con los consumos energéticos
    - c. Mejora de la información de la generación y precios de la electricidad

Las funcionalidades que se requieren de los sistemas de medida inteligentes son:

1. Lectura remota de registros y proveer de estos valores a las compañías organizadoras del mercado.
2. Comunicación bidireccional entre el equipo de medida y la compañía
3. Soporte de sistemas de tarificación y pago avanzados
4. Capacidad de cortar y restablecer el suministro eléctrico de modo automático o remoto
5. Comunicación con los equipos interiores del edificio y/o viviendas

Además de los proyectos que se están llevando a cabo en Europa bajo el paraguas del Programa Marco y que se encaminan en el desarrollo de tecnologías que sean catalizadores para alcanzar las funcionalidades deseadas en la red (proyectos como TWENTIES u OPEN METER), se debe de realizar un trabajo importante en la estandarización y desarrollo de la normativa para lograr el objetivo marcado.

Se plantea en el documento una metodología para la estandarización propuesta en tres niveles:

Armonizar los casos usados como ejemplo o demostradores en temas de redes inteligentes en Europa.

Armonizar el modelado de las redes, el formato de los datos obtenidos y la arquitectura de red.

Armonizar los protocolos de comunicación.

Una de las claves para poder alcanzar una red conjunta Europea, en la que los equipos sean comunes y se puedan integrar los mercados a nivel Europeo es que se permita la interoperabilidad entre todos los sistemas que conforman la red, y la clave de ello es la estandarización de los componentes, servicios, protocolos...

### **Grupo de expertos 2.**

El segundo grupo de trabajo se enfoca a la regulación necesaria para la protección y privacidad de datos, así como el manejo de los mismos.

Uno de los aspectos más importantes en lo que a Redes Inteligentes se refiere, es el futuro manejo y protección de los datos privados. En el marco regulatorio Europeo actual, se encuentran muchas leyes referidas a la protección y privacidad de los datos, pero en ningún caso, existe este marco para el ámbito de las redes eléctricas, debido a la falta de necesidad hasta la fecha. De hecho, una de las principales preocupaciones que existen a la hora de implantar las redes eléctricas inteligentes son la privacidad de los datos y el robo de la energía.

Una de las claves para que se puede llevar a cabo una regulación consensuada que permita la implantación de las redes eléctricas puede ser la agrupación de los principales actores de la red (generadores, distribuidores, transporte y agrupaciones de usuarios de la red) con las organizaciones Europeas de Estandarización.

En la actualidad existe una clara laguna entre la normativa de privacidad y seguridad de los datos entre el sector de las redes eléctricas y otros que las tienen muy bien definidas e identificadas, como puede ser el sector financiero, jurídico, público ...

Las recomendaciones principales que se describen en informe son:

1. Las organizaciones de estandarización Europeas (OEE) deberían de exigir que los productos que saliesen al mercado relacionados con las Smart Grids, incluyesen los estándares de seguridad y privacidad exigidos, aunque para ello se tienen que publicar dicha normativa.
2. A través de las OEE se deben de actualizar y promover nuevas normativas para el desarrollo de las redes inteligentes, teniendo en cuenta las recomendaciones del grupo de expertos, así como las aportaciones de los principales actores de las redes. El objetivo es generar un modelo o marco común Europeo para la interoperabilidad de los sistemas.
3. Distinguir entre los datos de los consumidores y los datos técnicos, para minimizar la vulnerabilidad de la privacidad, así como mejorar la operación de la red, puesto que los datos son necesarios para poder gestionar la red de un modo eficiente.

### **Grupo de expertos 3.**

En el tercer grupo de trabajo se definen los roles y responsabilidades de los diferentes actores que están afectados en la implantación y uso de las redes eléctricas.

Los tres elementos claves que se desprenden de este documento son: (1) recomendaciones de los roles y las responsabilidades de todos los actores que tienen

---

que ver en la implementación de las redes inteligentes; (2) definición de criterios y recomendaciones para la dotación de fondos para el desarrollo de la tecnología y (3) recomendaciones para la Comisión Europea respecto a las necesidades de un marco regulatorio común para permitir la implantación de las Smart Grids.

## Agenda estratégica de Investigación de la Plataforma de Smart Grids

Desde la Plataforma Tecnológica Europea de Smart Grids, en 2007, se lanza la agenda estratégica de investigación [31] para las redes inteligentes, que marca las líneas necesarias en el desarrollo de la I+D en los años siguientes para la implantación de las Smart Grids en Europa.

En el documento se definen 5 áreas principales de investigación:

- Infraestructura de distribución inteligente
- Operación inteligente de la red, flujos energéticos y adaptación de los consumidores
- Activos de red y gestión de los mismos
- Interoperabilidad de las redes a nivel Europeo
- Aspectos horizontales y catalizadores de las redes inteligentes

### 1. Infraestructura de distribución inteligente

#### 1.1. Las redes de distribución del futuro – nuevas arquitecturas para el diseño del sistema y participación de los consumidores

La mayoría de las redes de distribución y transporte Europeas tienen diferencias considerables en algunos detalles, aunque la manera de vertebrarlas ha sido similar en prácticamente todos los países, y es el paso de la electricidad de una gran planta generadora a la red de transporte. En general, las redes de distribución no cuentan con elementos activos, solo con elementos pasivos y cargas muchas veces incontrolables.

Sin embargo, la tendencia actual en el diseño de las redes es diferente, puesto que han entrado en juego más elementos activos en la red de distribución, lo que hace que se requiera un cambio en la arquitectura de red actual que permita que se pueda integrar estos elementos en la red.

Por tanto, las líneas de investigación que se marcan para esta tarea son:

- Escenarios futuros de la red de distribución: se debe analizar el desarrollo de la demanda y generación futura, junto con un estudio integrado de las arquitecturas de red que permitan que las nuevas tecnologías necesarias para que la red inteligente sea un hecho .
- Estrategias de transición: cómo se puede realizar la transición desde la red actual a la red del futuro, y qué tiempo e inversión requieren.
- Aceptación tecnológica de la generación distribuida: Definir medios y modelos de negocio para estimular la competencia.
- Arquitectura con internet: estudio del desarrollo necesario para poder tener una arquitectura de red que cuente con un aspecto tecnológico difundido actualmente como lo es Internet.

### 1.2. Las redes de distribución del futuro – nuevos conceptos para el estudio de la Generación Distribuida en la planificación del sistema

Los operadores de red necesitan nuevas herramientas para poder modelar la integración de la generación distribuida en el sistema, para poder anticiparse a los posibles problemas que puedan surgir y así buscar soluciones a los mismos. Se necesitan para ello nuevos sistemas de simulación para realizar análisis.

Las tareas marcadas son:

- Nuevas herramientas para el diseño del sistema de distribución activo: Se deben de identificar las nuevas herramientas necesarias para poder realizar un diseño moderno y mejorado de la red, desarrollar algoritmos avanzados que permitan el desarrollo del software, desarrollo de nuevos indicadores para realizar comprobaciones y finalmente integración de los nuevos modelos con los actuales.
- Técnicas probabilísticas para la Generación Distribuida: Se deben mejorar las herramientas actuales de planificación, desarrollar nuevos métodos, basados en el análisis estadístico y probabilístico, para el modelado de cargas distribuidas, teniendo en cuenta la naturaleza desagregada de las cargas así como el efecto de respuesta en la demanda y acciones en la gestión de la misma. Además, el concepto de riesgo como consecuencia de las incertidumbres debe de ser integrado en la planificación.
- Inversión en metodologías de planificación: Se deben ofrecer soluciones que incluyan métodos y técnicas para toma de decisiones, para atender los múltiples factores que afectan a las inversiones futuras en redes de distribución, usando diseño multi-criterio si es necesario.
- Requerimientos de gestión activa: Se deben identificar las opciones y principios de protección de red que permitan que los sistemas de distribución se adapten para responder de un modo similar a las compañías de transporte, reconociendo particularmente el impacto de la generación distribuida.

## 2. Operación inteligente de la red, flujos energéticos y adaptación de los consumidores.

### 2.1. Las redes del futuro – un acercamiento al estudio de la integración de la generación distribuida y los usuarios activos de la red.

Las simulaciones y análisis actuales están orientados a plantas convencionales de generación. El impacto de la generación distribuida necesita ser incorporado en las herramientas y métodos del futuro. Se requieren mejoras en los sistemas SCADA para la integración de los datos y sistemas, para incorporar respuestas en tiempo real.

Además, todo el sistema de generación distribuida se deberá de conectar a la red a través de etapas de electrónica de potencia. Por tanto, se necesitan evolucionar estos sistemas para mejorar la conexión a red, así como etapas que permitan regular dispositivos de almacenamiento.

Finalmente, el intercambio de datos y los requerimientos de comunicación son altamente ignorados o desconocidos en los modelos actuales. Cuestiones como los datos a transmitir para el control de la red, los datos para los usuarios etc., deben de ser abordados.

Para poder alcanzar los objetivos, las tareas identificadas son:

- Despacho de la generación y análisis del compromiso de las unidades: esta investigación producirá nuevos métodos para la predicción tanto de la demanda como de la generación (especialmente de las fuentes renovables no predecibles). Se estudiará la integración de las plantas virtuales de generación así de cómo la gestión de las mismas.
- Análisis del estado estacionario: se deben desarrollar nuevas herramientas para modelar el comportamiento de la generación distribuida intermitente, tanto potencia activa como reactiva, en combinación con los diferentes tipos de modos de alimentación para los convertidores electrónicos. Se debe analizar el impacto en la toma de decisiones del mercado libre.
- Técnicas de previsión: unir las herramientas de gestión en tiempo real con los precios y la predicción climatológica para mejorar la previsión de la producción renovable. Evaluación socioeconómica de las entradas y beneficios de las tecnologías de predicción.
- Simulación del comportamiento transitorio: se deben desarrollar modelos para convertidores de electrónica de potencia, generación distribuida y almacenamiento, incluyendo modelos de control digital y nuevos algoritmos de control, y modelos para el control de la demanda.
- Análisis de las capacidades para el software: Se debe desarrollar un estudio de mercado para comparar los entornos de software de las diferentes compañías relacionadas para ajustar las necesidades de los operadores de red. Este estudio abordará cuestiones de tipo técnicas, de calidad de servicio y de rentabilidad económica.

## 2.2. Nuevas estrategias para la gestión energética para gran penetración de generación distribuida, almacenamiento y respuesta ante la demanda.

Para poder sacar beneficio de todas las ventajas que proporciona la generación distribuida, es importante proporcionar al sistema de estructuras y estrategias de control adecuadas que permitan:

- Habilitar el control de varias fuentes de generación en el sistema, centralizadas y distribuidas, a todos los niveles de tensión, incluyendo respuesta ante demanda variable.
- Coordinar el comportamiento y el impacto en el mercado de un gran número de generadores distribuidos, que permitan dar el mismo servicio que las plantas tradicionales (habilitar las plantas de generación virtuales)
- Un proceso de decisión descentralizado, para equilibrar la generación y la demanda.
- Promover el uso efectivo de las opciones bajas en carbono y otros objetivos de desarrollo sostenible.

En cualquier caso, un gran número de interrogantes deben ser respondidos para poder introducir en el mercado este gran porcentaje de generación distribuida y los sistemas necesarios para efectuar el control de la red, como pueden ser:

- ¿Quién es el responsable?
- ¿Cómo puede garantizarse la fiabilidad?
- ¿Qué incentivos y marcos regulatorios son necesarios para proporcionar la motivación necesaria a los productores de energía y a los clientes de participar activamente en la gestión de la energía?
- ¿Cómo se puede abordar la congestión desde el control descentralizado?
- ¿Qué principios básicos de diseño son los mejores para alcanzar los niveles de protección necesarios en la red?

- ¿Cómo se puede gestionar la gran cantidad de datos que esto supone y cuáles son las dependencias contractuales?
- ...

Hay una gran cantidad de retos comerciales y técnicos que se deben de solucionar para alcanzar la distribución activa y un control coordinado del sistema. Para ello, las tareas a llevar a cabo son:

- Nuevos conceptos de control: se deben desarrollar nuevos conceptos para el control de la red, y herramientas de gestión descentralizada, incluyendo los requerimientos de TIC y electrónica de potencia.
- Nuevas soluciones tecnológicas: oportunidad para el desarrollo de nuevas tecnologías, interruptores inteligentes, sistemas de protección avanzados incluyendo nuevos principios para la protección de la red.
- El papel del almacenamiento: se debe de aclarar el papel y valor añadido que aportan los dispositivos de almacenamiento al sistema.
- Control remoto de la red: Se deben desarrollar sistemas de gestión de la red avanzados controlados de modo remoto.
- Calidad de suministro, calidad de tensión y fiabilidad: Se deben alcanzar altos niveles de fiabilidad y control de tensión en el contexto de una mayor penetración de generación distribuida en la red.

### 2.3. Mercados gestionados por los clientes

Uno de los objetivos de las redes inteligentes, es proporcionar a los consumidores un papel activo en la gestión de la red. Los mercados eléctricos deben de adoptar una estructura más flexible.

Se requiere por tanto el desarrollo de nuevos modelos de negocio, nuevas tecnologías de la información y comunicación que permitan este desarrollo, así como modos sencillos de hacer partícipe a los consumidores en la red.

También se debe contar en este caso con el aspecto regulatorio y comercial, incluyendo nuevos sistemas de “trading” para la gestión de mercados, mecanismos que aseguren el equilibrio entre oferta y demanda de forma segura y fiable...

Las tareas a llevar a cabo son:

- Soluciones TIC: Se deben desarrollar soluciones en el campo de las tecnologías de la información y de la comunicación para hacer efectiva la participación de los clientes (sistemas de medida inteligentes, integración de aplicaciones, casas inteligentes, automatización de viviendas...). Además, se debe de garantizar la compatibilidad de los sistemas, para permitir la interoperabilidad.
- Nuevos modelos de negocio: se deben de estudiar y desarrollar nuevos modelos de negocio para los diferentes actores del mercado en los contextos europeos. Esto determinará el potencial y las opciones de los servicios que proporcionan un valor añadido. Las soluciones deben de incorporar comunidades autosuficientes y generadores pequeños domésticos.
- Mejora de la calidad y seguridad de suministro: Se debe de investigar para poder mejorar la calidad y seguridad de suministro a todos los niveles.
- Consumidores particulares y demanda agregada: en la investigación se deben identificar las capacidades de respuesta a la demanda de los precios de acuerdo con los beneficios de la electricidad. Se determinarán los clientes potenciales a participar en la energía, equilibrio y otros servicios de red.

### 3. Activos de red y gestión de los mismos

#### 3.1. Gestión de activos de red – transporte y distribución

Los objetivos de esta primera tarea son:

Examinar y evaluar la edad y los perfiles genéricos de los activos relacionados con la carga de renovación y el alcance potencial de la renovación y sustitución con nuevo equipo con el objeto de obtener el mayor rédito socio-económico a corto, medio y largo plazo.

Identificar las sinergias y los costos de los nuevos activos y diseños. Esto permitirá una medida más fiable de los costes y beneficios de la introducción de nuevos sistemas en comparación con la renovación tradicionales. Esto es clave para el despliegue de soluciones innovadoras en el contexto del mercado liberalizado.

Las tareas que se deben de llevar a cabo son:

- Métodos avanzados, modelos y herramientas para el seguimiento de los activos: Se debe realizar un seguimiento de los activos para examinar y evaluar la vida residual de los mismo incluyendo perfiles de renovación natura, escalas de tiempo, mejoras en el mantenimiento preventivo, el uso y la calidad de los conductores así como la mejora del abastecimiento.
- Nuevas herramientas para la gestión de riesgos basadas en activos socio-económicos: se desarrollarán para hacer frente a las posibilidades que tiene la generación distribuida para dar apoyo a la red, para mejorar la calidad de la energía, incluyendo la elaboración de escenarios para un sector de energía liberalizado.
- Evaluar y cuantificar el escenario de negocio para los nuevos activos de red: se desarrollará un nuevo modelo de negocio genérico para la introducción de nuevos sistemas de red.
- Proyectos de demostración usando la infraestructura actual: se deben llevar a cabo grandes proyectos de demostración con la infraestructura existente en combinación con las nuevas tecnologías. Se debe demostrar la viabilidad técnica, comercial y reglamentaria de las tecnologías probadas.
- Normalización de los subsistemas y equipos: Se debe de elaborar una estrategia de normalización de los subsistemas y equipos necesarios para la reducción de costos y dotar de una mayor eficiencia a las normas comunes.

#### 3.2. Redes de transporte del futuro – nuevas arquitecturas y herramientas

Para habilitar el paso a una red Europea de transporte de energía, se hace necesario abordar aspectos de planificación, económicos y de seguridad en las arquitecturas de red futuras. Esto incluye el control de los flujos energéticos, la integración de las micro-redes operando como plantas virtuales, y la acomodación de las diferencias entre las grandes inyecciones de energía de renovables (como el offshore) y las plantas convencionales.

La congestión de la red, en combinación con el impacto de las nuevas organizaciones y responsabilidades para la planificación del transporte en el mercado liberalizado, es uno de los mayores problemas que se debe tratar. El intercambio uniforme de datos es esencial para la comunicación eficientes entre los operadores de red Europeos.

Las tareas identificadas son:

- Plan para la interoperabilidad Europea: Se debe establecer un plan para el futuro de la arquitectura del sistema que permita una mayor interoperabilidad entre los estados miembros. En el plan se incluirán plazos, responsables, aspectos económicos y ecológicos.
- Desarrollo de dispositivos inteligentes de transporte y aplicaciones: Se deben desarrollar dispositivos más inteligentes para controlar los flujos de energía y evitar la congestión de la red que puedan competir con las soluciones actuales (FACTS<sup>11</sup>, HVDC<sup>12</sup>).
- Nuevos modelos científicos y métodos: Se deben desarrollar nuevos modelos y métodos científicos para hacer frente a la interoperabilidad de la red Europea, incluidas las herramientas simulación, la previsión y la manufactura y prueba de las energías renovables. Se requieren nuevas técnicas de monitorización y control para grandes áreas que abarquen todos los actores y factores que se relacionan con la red.

### 3.3. Suministro de energía a gran distancia

El hidrógeno se ha identificado como potencialmente la mejor solución para el transporte de la energía procedente de fuentes remotas de la Europa continental, como puede ser la energía geotérmica de Islandia, la hidroeléctrica en Rusia y África o la solar en este último continente.

Esta evolución se debe de estudiar y se compararán con las posibilidades de transmisión de energía a larga distancia, como pueden ser las superredes de CA (750 kV o más) o por líneas de corriente continua. Cualquiera que sea la mejor solución, todas requieren de avances tecnológicos para evolucionar el estado del arte y permitir su implantación en el mercado.

Las tareas identificadas son:

- Herramientas y técnicas para el suministros de energía a gran distancia: se deben de identificar y resolver los problemas de la operación de una gran red de gran generación conectada con pocos puntos de consumo.
- Tecnología para facilitar el suministro de energía a gran distancia: Se debe identificar y desarrollar a tecnología que permita el transporte de energía en grandes cantidades, a muy larga distancia.
- Portadores de energía alternativos: se debe evaluar la eficiencia energética del hidrógeno en comparación con las redes eléctricas de larga distancia

## 4. Interoperabilidad de las redes a nivel Europeo

### 4.1. Servicios complementarios, operaciones sostenibles y bajo nivel de despacho

Los servicios complementarios representan una parte importante de los costes operativos de las redes, y son críticos para la explotación de la red de un modo seguro y eficiente. Los ejemplos más típicos son el equilibrio de potencia activa, control de tensión y estabilidad, y la capacidad de arranque. Se deben estudiar soluciones para

---

<sup>11</sup> FACTS: Sistema de transporte flexible de Corriente alterna

<sup>12</sup> HVDC: Alto voltaje en corriente continua

---

reducir el coste o las necesidades de servicios complementarios mediante la introducción de tecnologías y metodologías que lo permitan.

Las tareas identificadas son:

- Servicios auxiliares y equilibrio: se llevará a cabo un definición de los niveles de servicios complementarios necesarios de acuerdo con los beneficios que aportan al mercado, incluido un estudio del valor de los servicios y modo de organizarlos. Opciones para el equilibrio de poder utilizar nuevas tecnologías como el HVDC.
- Nuevas tecnologías para el control de tensión: Se debe llevar a cabo el desarrollo de tecnologías que permitan el control de los flujos de reactiva. Estudio de dispositivos de electrónica de potencia para proporcionar energía reactiva y apoyo a tensión.
- Operaciones sostenibles y bajo nivel de despacho: se deben de desarrollar estrategias para el control de activos de generación, demanda y la oferta a todos los niveles de tensión. Se pueden adaptar o mejorar las arquitecturas existentes de los sistemas eléctricos, teniendo en cuenta también el marco regulatorio. Señales en tiempo real para control de oferta y demanda de un modo transparente. Se debe estudiar la implantación a gran escala de dispositivos de control de flujo.

#### 4.2. Técnicas avanzadas de previsión para operación sostenible y suministro eléctrico.

La operación activa de la red requiere un conocimiento de las necesidades de la demanda y de la generación instantánea. Por el lado de la generación, las necesidades totales de reserva debe ser entendida incluyendo la reserva primaria y la reserva operacional. Los parques eólicos tienen un impacto significativo en la generación, al necesitar una reserva adicional mayor cuando la penetración es alta. La necesidad de servicios complementarios y el equilibrio depende de la exactitud de la predicción y por tanto, es muy relevante en términos de energía eólica. Los algoritmos que pueden ayudar en la previsión de la demanda a partir de datos disponibles deben de basarse en la inteligencia artificial, redes neuronales y otros métodos capaces de evaluar gran cantidad de datos.

Además, la demanda tiene una relación con el comportamiento social.

Como objetivo final, se debe desarrollar una herramienta de pronóstico que debe proporcionar una evaluación de toda la generación de renovables a nivel europeo para apoyar la operación de zonas de control interconectadas.

Las tareas identificadas en este caso son:

- Estudio de las herramientas que se aplican actualmente: se debe hacer un análisis de la experiencia práctica con las tecnologías de predicción existentes. Evaluación comparativa de las funciones y precisión de los instrumentos existentes. Se debe desarrollar y definir los requisitos necesarios para las nuevas herramientas.
- Técnicas de predicción – Generación: Se deben de mejorar las herramientas para la predicción de la generación que proviene de renovables. Anticipar y evaluar el impacto de las tendencias del cambio climático pertinentes a la generación convencional, haciendo especial hincapié en control de la contaminación.
- Técnicas de predicción – Tiempo y demanda: Se debe vincular el pronóstico del tiempo y la demanda eléctrica. Se deben crear herramientas avanzadas de análisis que encuentren relaciones entre las variables relevantes de tiempo y

previsión de la demanda eléctrica, anticipando y evaluando el impacto de las tendencias de cambio climático.

- Técnicas de predicción – Aspectos empresariales y de cliente: Se deben de integrar las tecnologías de predicción desarrolladas con la operación de los sistemas por parte de las TSO<sup>13</sup> y DSO<sup>14</sup> en Europa. Se necesita además una evaluación socioeconómica de los beneficios de las tecnologías de predicción para las compañías.
- Herramientas de modelado avanzadas: Se debe determinar las relaciones entre las variables ambientales y patrones de demanda de energía eléctrica.

#### 4.3. Arquitecturas y herramientas para las operaciones, restauraciones del sistema y planes de defensa

El sistema descentralizado al que se tiende, no está alineado con la arquitectura tradicional de red, que es centralizada. Por tanto, es necesario el desarrollo de nuevas herramientas y arquitecturas que permitan el funcionamiento correcto de los sistemas.

Además, en el aspecto de la defensa de la red, el principal objetivo es la auto-restauración con un alto grado de prevención y gestión de interrupciones.

Las tareas a llevar a cabo son:

- Opciones para la auto-restauración: se deben identificar y desarrollar metodologías preventivas de control, que proporcionen gestión de las interrupciones así como la restauración automatizada de la red.
- Control de metodologías para las Smart Grids: se debe determinar la forma de integrar el control en un sistema sin fisuras que sea capaz de mejorar la seguridad de la red. Esto debe incluir sistemas SCADA con avanzados sistemas informáticos y de medición.
- Simuladores y servicios de captación para los operadores de red: se deben de desarrollar equipos de entrenamiento avanzado para dotar a los operadores con la capacidad para una rápida gestión y explotación de la red.

#### 4.4. Funciones avanzadas del sistema de alta tensión – Smart Grids sin fisuras

En las redes del futuro, no existe una diferencia tan clara entre la parte que depende del transporte y la de distribución. Por tanto, se necesita una operación sin fisuras en el sentido de tener un alto grado de eficiencia a todos los niveles de red. Para ello, unos sistemas de comunicación eficientes son esenciales para asegurar la interoperabilidad y correcto funcionamiento del sistema. Por tanto, el papel de las TIC cobra un valor importante en este aspecto.

Las tareas a llevar a cabo son:

- Evaluación de las redes de transporte en tiempo real: Se deben desarrollar herramientas de análisis en tiempo real de la red, para valorar los flujos reales, estabilidad de la red...
- Estimación de estado de la red: Se deben mejorar las capacidades de los estimadores de estado de la red en tiempo real:
- Mejora de la seguridad: se debe evaluar la posibilidad de liberación automática y reenganche de grandes partes de la red. Proveer de herramientas de control a

---

<sup>13</sup> TSO: Operadora de red

<sup>14</sup> DSO: Distribuidora

los operadores de red, con soluciones eficaces que cuenten con tecnología de comunicaciones robustas para mejorar la fiabilidad.

- Visualización: Se deben desarrollar interfaces más sencillas que permitan la representación de un sistema complejo para permitir la toma más rápida de decisiones y un mejor control del sistema.

#### 4.5. Estudio de pre-estandarización

Es necesario llevar a cabo una labor de puesta en común de las tecnologías, que permita desarrollar un marco normativo para la interoperabilidad de todos los sistemas a nivel Europeo.

Las tareas a llevar a cabo son:

- Procedimientos armonizados de prueba: se deben de desarrollar los procedimientos para la prueba de elementos relacionados con la red y la infraestructura de laboratorio necesaria.
- Normativa armonizada: Se deben de desarrollar los requerimientos normativos para la interoperabilidad de las redes.
- Normativa para la conexión de renovables: se deben analizar las configuraciones para conseguir una mayor consistencia y fiabilidad en la conexión de renovables a red.

### 5. Aspectos horizontales y catalizadores de red.

#### 5.1. Interfaz de cliente y normativa

Los sistemas de medida electrónicos y la gestión de los mismos, que se caracterizan por permitir la comunicación en ambos sentidos, representan un habilitador para la participación del cliente en el mercado eléctrico.

Los sistemas de comunicación y control bidireccionales son importantes para facilitar la participación de los consumidores así como la integración de la generación distribuida. También tiene que ser posibles que estos sistemas actúen para el control de servicios complementarios.

Pero para poder introducirlo, es necesario el desarrollo de protocolos, formatos de datos y módulos comunes para la gestión de los sistemas. Las funcionalidades de los sistemas de medida deben ser: medida inteligente, conexión remota, gestión de tarifa flexible, respuesta ante la demanda e integración de la generación distribuida.

Para ello, se han identificado las siguientes tareas:

- Definición de la puerta de entrada del cliente: se deben definir los requisitos para los contadores inteligentes y los sistemas automatizados de gestión de medidas, evaluando las tecnologías y proponiendo mejoras y nuevos dispositivos para tal efecto.
- Definición de las comunicaciones: se requiere una documentación de las especificaciones a todos los niveles de comunicación, detallando protocolos, algoritmos, técnicas de modulación y componentes necesarios.
- Soluciones de comunicaciones: se deben desarrollar dispositivos que permitan interoperabilidad entre los actores de la red.

- Arquitectura: se requiere demostrar con éxito que las arquitecturas propuestas son funcionales y se encuadran en el marco de los requerimientos definidos.
- Campo de prueba y validación: se debe realizar una prueba de campo que valide la arquitectura y la funcionalidad y eficacia.

## 5.2. Las redes del futuro – comunicación e información

Para poder alcanzar los conceptos relacionados con la integración de los clientes en la gestión activa de la demanda, es necesario estudiar, desarrollar e implementar un sistema eficaz y seguro de intercambio de datos. Es necesarios que las arquitecturas de intercambio de datos del futuro requieran una mayor flexibilidad que las actuales. Se debe evolucionar a soluciones que provean una mayor rapidez y seguridad de intercambio de datos, para poder gestionar el sistema en tiempo real, obteniendo así una mayor rentabilidad.

Se debe mejorar el sistema de gestión distribuido, a través de oportunidades de mando a distancia por ejemplo.

Se debe realizar una gestión descentralizada de la energía, teniendo en cuenta generación distribuida y almacenamiento.

Se debe proveer de servicios de medida más flexibles, tanto para los usuarios como para los operadores de red.

Las tareas a llevar a cabo son:

- Soluciones para el sistema de comunicaciones: se deben investigar las soluciones para las redes de comunicación, prestando especial atención a la seguridad de los datos y a la operación del sistema. Desarrollar un prototipo de centro de control con sistemas avanzados de medición, funciones de control, con herramientas para planificar y apoyar la operación.
- Interoperabilidad entre los sistemas: se deben desarrollar conceptos de interoperabilidad de dispositivos y sistemas a través de los proveedores de equipos.

## 5.3. Sistemas portadores de energía múltiples

Aunque en la plataforma, el enfoque principal es hacia el desarrollo de las redes inteligentes de distribución eléctrica, el resto de fuentes de energía que consume la sociedad no se pueden descuidar. Estas fuentes son el gas natural, calefacción urbana, biomasa...

Además, se debe de prestar atención al posible desarrollo de la infraestructura del hidrógeno.

El objetivo de la investigación debe de ser evaluar el modo de optimización de las infraestructuras, juntas o combinadas, respetando sus dependencias internas, evitando las duplicaciones innecesarias.

## 5.4. Almacenamiento y su impacto estratégico en la red

Se necesita estudiar y examinar el papel estratégico que puede jugar el almacenamiento en la red, así como el valor añadido que puede aportar. Se deben estudiar soluciones centralizadas y descentralizadas, o la combinación de ambas.

Los sistemas de transporte del futuro, que pueden incluir los vehículos eléctricos, pueden exigir nuevas demandas a la infraestructura de red, en el que el almacenamiento puede jugar un papel importante.

Se deben estudiar aspectos económicos ligados al almacenamiento, definir las funciones y control del mismo, uso de almacenamiento como servicio complementario...

Las tareas a llevar a cabo son:

- Evaluación de las opciones del almacenamiento: se debe determinar la aplicación clave de los dispositivos de almacenamiento en la red. Se deben definir los aspectos de intercambio de datos entre el almacenamiento y la generación distribuida, para desarrollar estrategias de gestión. Se debe evaluar la posibilidad de uso de almacenamiento como servicio complementario.
- Pruebas de campo: Se deben probar y demostrar diferentes configuraciones de almacenamiento evaluando aspectos económicos, regulatorios y técnicos.

#### 5.5. Incentivos regulatorios y barreras

Se identifican una serie de problemas reglamentarios que se deben solucionar para poder avanzar en el desarrollo de las redes. El objetivo global es la optimización de la cadena de valor global de suministro de electricidad a los consumidores finales. Además de los problemas de reglamentación, se deben abordar la integración y equilibrio de los mercados intra-diarios en Europa y armonizar los marcos regulatorios a nivel de la Unión.

Las tareas identificadas son:

- Equilibrio e integración del mercado intra-diario: se estudiarán las posibilidades de una mayor integración y equilibrio de estos mercados a nivel Europeo.
- Marcos de incentivos: Se deben evaluar las oportunidades y mayor armonización de los marcos regulatorios, en particular en lo referido a las energías renovables.
- Energía y problemas de capacidad en la red de consumidores: se presentarán propuestas para abordar las cuestiones de energía y potencia que surgen cuando los usuarios producen y consumen energía, y la participación de la demanda.

#### 5.6. Tecnologías para la innovación

Es necesario actualizar continuamente y sustituir la base de conocimientos y hacer uso de progresos en otras áreas de la tecnología para mejorar en el campo de las redes eléctricas.

### Necesidades Básicas de investigación para Almacenamiento

Desde el Departamento de Energía de los EEUU, se publicó un informe [\*] en el que se detallaban las líneas de investigación a seguir para conseguir una mejora tecnológica en el aspecto del almacenamiento de energía eléctrica.

El informe divide dos tipos de almacenamiento diferentes, el almacenamiento químico y el capacitivo. El informe traza las prioridades de líneas de investigación, que se basan en

nuevos métodos de fabricación de dispositivos de almacenamiento, el estudio y mejora de los electrolitos y los materiales nano-estructurados entre otras cosas.

La parte que quizá sea más interesante de cara a este proyecto, es en la que se tratan las aplicaciones del almacenamiento en la red y los retos que se tienen que superar para poder implantar las soluciones de almacenamiento en las redes del futuro.

Las aplicaciones del almacenamiento en la red son:

- Mejora la fiabilidad de la red y permite una mayor regulación
- Puede suponer una potencia de reserva en caso necesario
- Respuesta rápida ante picos de demanda
- Aplanamiento de la curva de demanda

Además, si se aplica el almacenamiento a puntos de generación distribuida en la red, se pueden conseguir servicios complementarios como pueden ser:

- Apoyo al encendido desde cero.
- Proveer energía a consumidores mientras arranca el generador.
- Aplanamiento de la demanda
- Control de frecuencia

En cuanto a los retos tecnológicos que se deben superar para implantar soluciones de almacenamiento son:

- Comprensión de los mecanismos de degradación y fallo de los sistemas de almacenamiento eléctrico.
- Alcanzar una mayor densidad de potencia en los dispositivos y un mayor ciclo de cargas-descargas.
- Alcanzar una mayor densidad energética en el dispositivo.
- Mejora de los electrolitos para mejorar la eficiencia y la operación de los sistemas de almacenamiento, tanto químicos como capacitivos.
- Seguridad en el funcionamiento.

## TICs<sup>15</sup> para el desarrollo de las redes inteligentes

La Comisión Europea, apoyada por la plataforma tecnológica de redes inteligentes, publica en Julio de 2009 un informe destacando la importancia del desarrollo en el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para el desarrollo y la implantación de las Smart Grids en Europa [\*].

Las TIC se presentan como una de las claves para el futuro de las redes eléctricas, jugando un papel muy representativo como habilitador de gran parte de las funciones que se esperan en estos sistemas.

Se deben desarrollar soluciones en el campo tecnológico de las TICs para poder ser implantadas con altos niveles de seguridad, seguridad en el funcionamiento y que permitan o habiliten:

- Operaciones de medidas inteligentes
- Interoperabilidad entre los sistemas de medida

---

<sup>15</sup> TICs: Tecnologías de la información y la comunicación

- Gestión activa de la demanda
- Contratos, tarifas y ofertas específicas para cada cliente
- Sistemas de control en tiempo real
- Sistemas de predicción y previsión
- Gestión de los activos de red
- Monitorización y seguimiento de la red en tiempo real
- Estabilidad de la red
- Control de las micro-redes y de las plantas de generación virtuales

## ANEXO V – Hojas de ruta analizadas

### Hoja de ruta del SET Plan

Acompañando a la comunicación de la Comisión referente al SET Plan [13], tratado en el Anexo II, la Comisión Europea publica una hoja de ruta tecnológica [14] del 2010 al 2020 en la que se indican las prioridades e inversiones marcadas por la UE para lograr con éxito los objetivos marcados por el SET Plan.

La implementación del SET Plan ya se está llevando a cabo, y mediante esta comunicación se abre otra iniciativa, que son las Iniciativas Industriales Europeas (EII), que buscan aunar esfuerzos entre industria, la comunidad investigadora, los Estados Miembros y la Comisión. Se establecen 6, entre las que se encuentran la iniciativa de energía eólica, la solar o la de redes eléctricas. Una futura, que ya está en marcha en la actualidad, es la iniciativa de Ciudades Inteligentes.

Las hojas de ruta tecnológicas son la base de la planificación estratégica y la toma de decisiones. Ahí radica la importancia de que las hojas de ruta sean coherentes y estén bien diseñadas.

Los objetivos principales marcados para los apartados del SET Plan y establecidos en la hoja de ruta son:

- El 20% de la electricidad Europea será producida por energía eólica en 2020.
- El 15% de la electricidad Europea será generada por energía solar en el 2020.
- Al menos el 14% de la energía consumida en Europa provendrá de fuentes competitivas y sostenibles basadas en bio-energía.
- Las tecnologías de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> deberán volverse competitivas en el periodo 2020-2025
- La cuarta generación de reactores nucleares de fisión deberá estar desarrollada para 2020, para poder ser integrada en el mercado en 2040 como tarde, para que el 30% de la energía consumida en Europa provenga de energía nuclear.
- Desde 25 a 30 ciudades europeas estarán al frente de la transición a una economía baja en carbono para 2020.

Para ello se deben de realizar inversiones para desarrollo e investigación de las tecnologías, actividades de demostración y medidas para permitir la replicabilidad de las tecnologías en el mercado. El presupuesto estimado para llevar a cabo los programas de investigación y demostración para las tecnologías es entre 58,5 y 71,5 billones de € en los próximos 10 años. Este gasto debe de estar compartido entre la industria, los Estados Miembros y la Comisión.

Ese presupuesto se divide entre las siete iniciativas (Eólica, Solar, Bioenergía, Captura y Almacenamiento de CO<sub>2</sub>, Redes Eléctricas, Energía Nuclear y Ciudades Inteligentes)

El presupuesto para redes eléctricas es el más bajo de todos, 2 billones de €. Esto se debe a que parte de los aspectos relacionados con la red están incluidos en otras iniciativas con más presupuesto, como la integración que está incluida en el presupuesto de eólica y solar, o las redes en ciudades, que están incluidas en la iniciativa de Ciudades Inteligentes.

En el apartado concreto de Redes eléctricas, el objetivo estratégico es que la red sea un habilitador para que el 35% de la generación provenga de fuentes renovables en 2020, y que en 2050 toda la producción eléctrica sea sin derivados del carbón o petróleo. Además, se tiene que asegurar un alta calidad de la energía, introducir la participación

activa de los usuarios en la eficiencia energética, y anticiparse a los nuevos desarrollos y lo que se le va a demandar a la red, como puede ser la electrificación del transporte.

Se debe de mejorar la seguridad y flexibilidad de la red, así como los modelos, arquitecturas y herramientas para el diseño de la nueva red Europea. Para ello se prevén 20 grandes proyectos de demostración. Los activos genéricos de estos proyectos no están incluidos en los 2 billones de € que tiene el programa de redes.

Los objetivos tecnológicos de la iniciativa son:

- Desarrollar y validar las tecnologías de red que permitan mejorar la flexibilidad y seguridad de la misma, y que permitan reducir el gasto futuro mediante una buena planificación y gestión. Esto incluye equipamiento de alta potencia, integración del almacenamiento y sistemas de monitorización y control
- Preparar la evolución de las redes a largo plazo para asegurar las inversiones adecuadas en función de la demanda y generación futura.
- Habilitar la participación activa de los consumidores en los mercados eléctricos y en la eficiencia energética, con herramientas de información y comunicación adecuadas.
- Elaborar y probar modelos avanzados de mercado eléctrico para asegurar el correcto funcionamiento del mercado tanto a nivel Europeo, como Nacional y local.

Las acciones llevadas a cabo dentro de esta iniciativa deberán de contar con una alta participación de las compañías que se encargan de la distribución y transporte de la electricidad en Europa.

Los indicadores claves con los que se va a medir (en 2020) que el camino seguido es el correcto son:

- Al menos 1,5 millones de usuarios involucrados en proyectos de demostración
- Incremento de la capacidad de generación proveniente de fuentes renovables, al menos en un 35%, incluyendo generación offshore.
- Incremento de la calidad del suministro de la electricidad (Reducción entre un 2 y un 10% de la energía no suministrada)
- Reducción del ratio de picos de carga (5-10%) y por tanto reducción de las inversiones necesarias en infraestructura.
- Integración completa de los clientes en el mercado para promover la eficiencia energética y prácticas

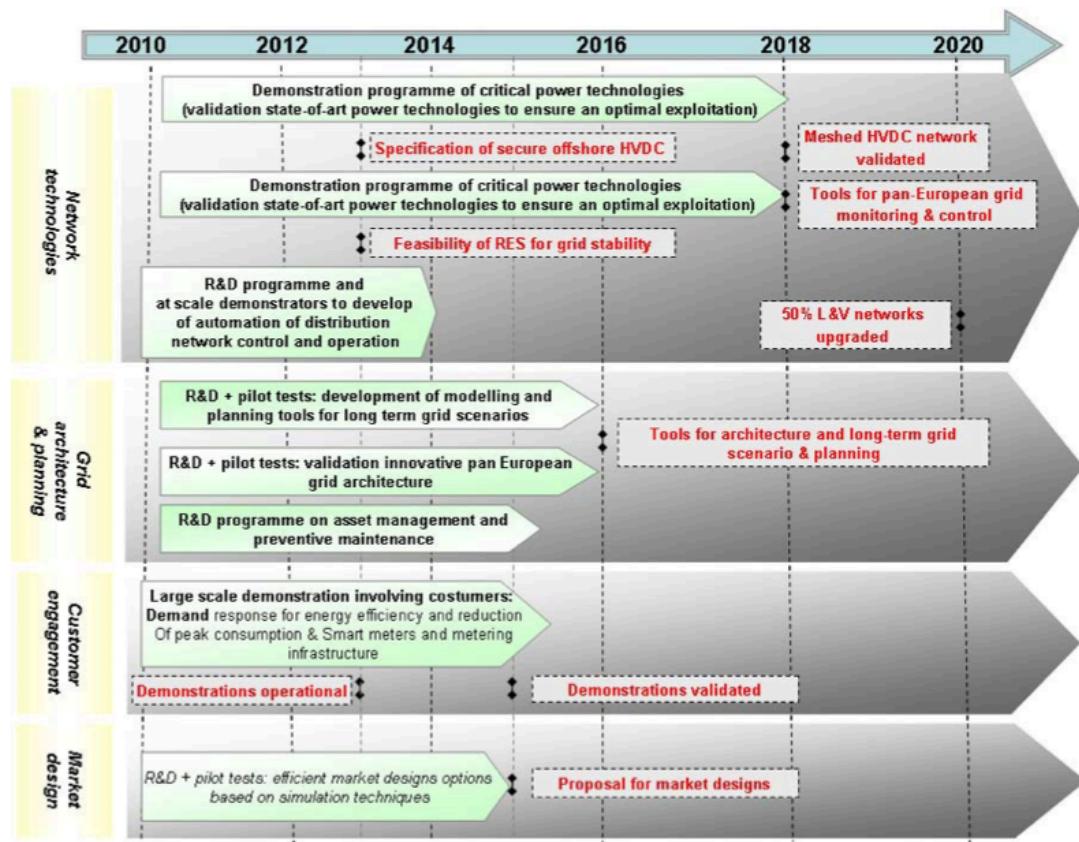


Figura 6: Hoja de ruta de Redes Eléctricas

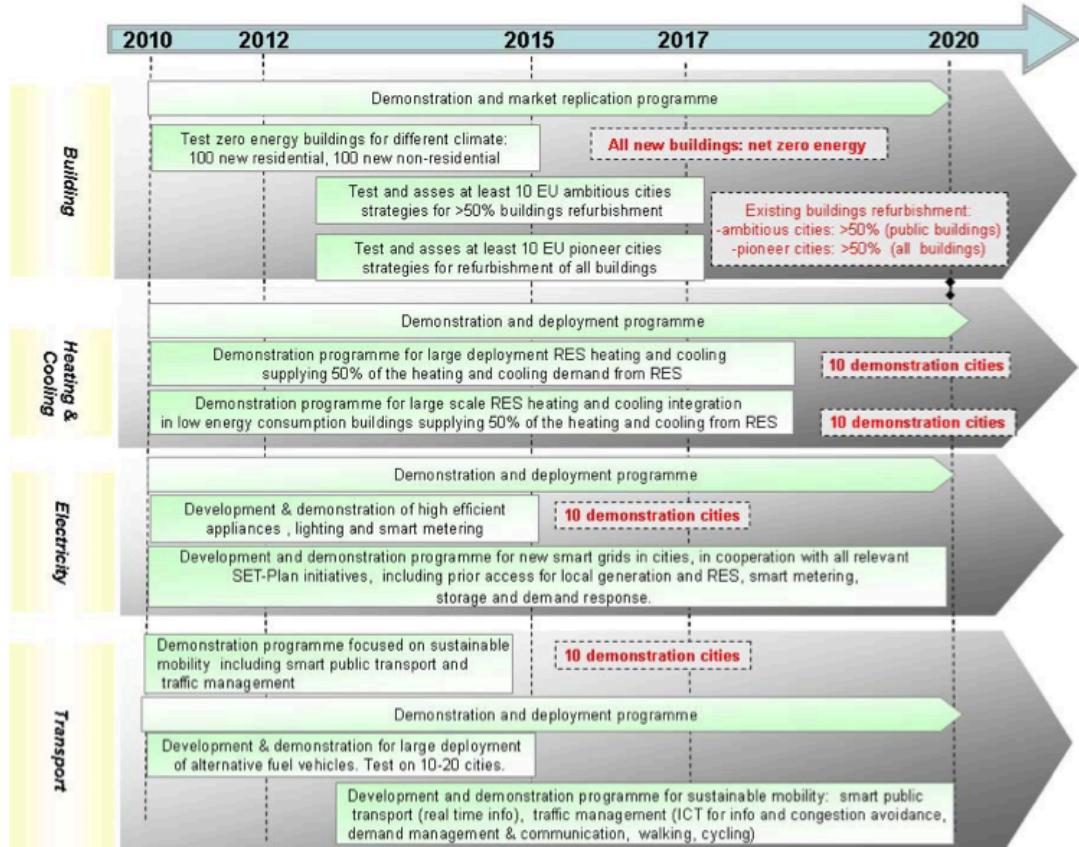


Figura 7: Hoja de ruta de Ciudades Inteligentes

## Hoja de ruta de la Iniciativa Europea de Redes Eléctricas

En sintonía con la hoja de ruta del SET Plan, la iniciativa de Redes Eléctricas, explicada previamente, publica en mayo de 2010 una hoja de ruta [32] que se compone de las direcciones a seguir en lo que a I+D y demostración se refiere hasta el 2018, con un plan detallado de implementación y de proyectos a realizar desde el 2010 hasta el 2012. Este documento se basa en la hoja de ruta del SET Plan, pero con un desarrollo más en profundidad y detallado.

Esta hoja de ruta ha sido desarrollada por la iniciativa en colaboración con la asociación europea de operadores de red (ENTSO) y con la asociación europea de distribuidores eléctricos (ENDSO). Estas planificaciones a nivel Europeo son importantes para asegurar que no se dupliquen esfuerzos ni gastos investigando y desarrollando tecnología.

Las barreras y retos a abordar según el punto de vista de la iniciativa son:

Barreras tecnológicas, que incluyen normativa, interoperabilidad, seguridad en la red y privacidad de los datos.

Barreras organizativas, relacionadas con la poca coordinación y duplicidad de esfuerzos en la investigación.

Fallos y distorsiones de mercado ya que las inversiones se deben de hacer por parte de los operadores de red, pero los beneficios recaen del lado de los consumidores, generadores..., de modo que hace falta una estructura de regulación que permita que haya más incentivos para la inversión e investigación por parte de los operadores.

Barreras de opinión pública, relacionada con la aceptación de las nuevas infraestructuras y la participación interactiva de los consumidores con la red.

El alcance del programa pretende ser a nivel de I+D, generando nuevo conocimiento y tecnología y validándolo, a nivel de demostración a gran escala y finalmente implantación en la red real.

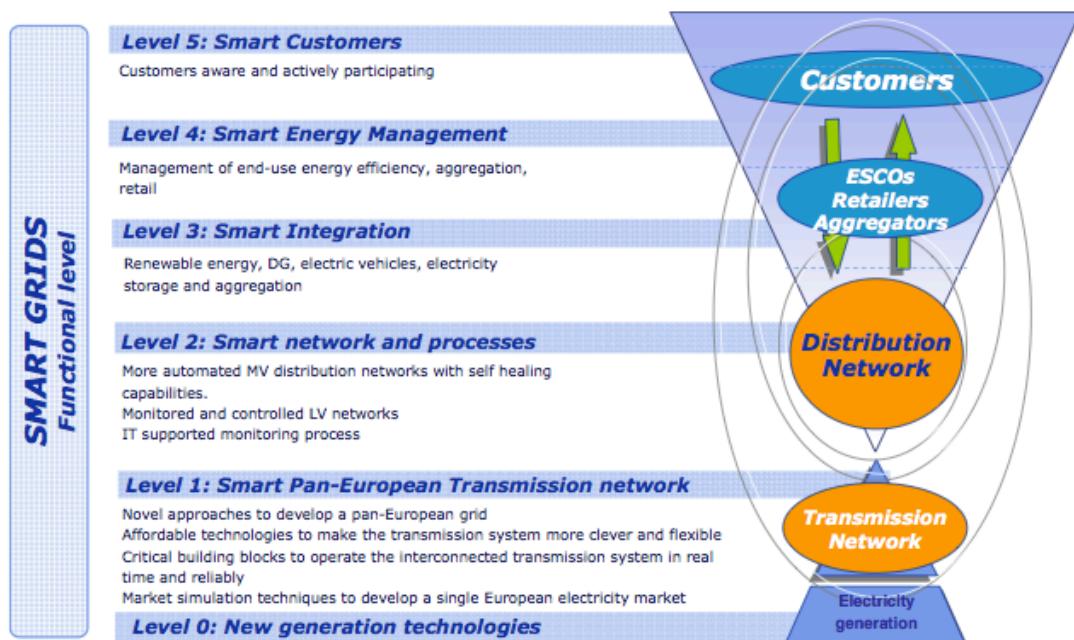


Figura 8: Niveles en los que la Iniciativa divide a la Red para el desarrollo futuro

La imagen anterior, resumen el modelo que se ha planteado desde la Iniciativa de Redes para el desarrollo de la red eléctrica.

El nivel 0 cubre la generación centralizada, incluyendo grandes parques eólicos y granjas solares.

El nivel 1 cubre la parte de transporte de la electricidad.

El nivel 2 cubre la parte de distribución de la electricidad

Los niveles del 3 al 5 cubren cuestiones que requieren la participación del distribuidor, usuarios y participantes del mercado.

A continuación, en la hoja de ruta se plantean unas tablas de proyectos y actividades a desarrollar hasta el 2018, dividido según el siguiente criterio: actividades relacionadas con el transporte (1), actividades relacionadas con la distribución (2) y actividades de coordinación entre transporte y distribución (3).

Smart Grids Functionalities	Project	YEAR											Costs (M€)
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Pan-European Grid Architectures(R&D)	T1		A tool box for new network architecture assessment										19
	T2	REALISEGRID		Tools to analyze the pan European network expansion options									21
Power Technologies (Demonstration)	T3				Demonstrations of Power technologies for more network flexibility								80
	T4				Demonstrations of Power technologies for new architectures								120
Network management and control (R&D)	T5	SAFEWIND, WINGRID, IS-POWERS, TWENTIES			Demonstration of renewable integration (ct'd)								130
	T6	PEGASE			Tools for a Pan European network observability								12
New market design options (R&D)	T7		Tools for coordinated operations with stability margin evaluation										24
	T8		Improved training tools for improved coordination										25
	T9	Tools for Pan European network reliability assessment											14
	T10		Tools for Pan European balancing markets										18
	T11		Advanced tools for congestion management										21
	T12	OPTIMATE			Tools for renewable market integration								14
Pan-European Grid Architectures(R&D)	T13		Tools to study market integration of active demand										12
Pan-European Grid Architectures(R&D)	T14		Innovative approaches to improve the public acceptance of overhead lines										
													Total 560

Tabla 54: Planificación de los proyectos 2010-2018 a nivel de transporte de energía

Smart Grids Functionalities	Functional Project	YEAR											Costs (M€)
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Active Demand Response and integration with Smart Homes	D1	ADDRESS			Active Demand Response								190
	D2	BEWARE Smart Homes/Smart Grids			Integration with Smart Homes								120
Smart Metering Infrastructure & Data Processing	D3	OPEN METER		Smart Metering Infrastructure									150
	D4	Smart Metering Data Processing											20
Integration of RES, storage and EV	D5	Active Distribution Network	Integration of small DER										90
	D6	Active Distribution Network	Integration of medium DER										150
	D7	STORAGE TECHNOLOGY			Integration of storage technologies								60
	D8	ELECTRIC VEHICLES		Integration of Electric Vehicles									100
Planning, monitoring and control	D9	Active Distribution Network		Monitoring and control of LV networks									100
	D10	Active Distribution Network	Automation and Control of MV networks										90
	D11		New methods and systems support										80
Integrated communication Infrastructure	D12	Active Distribution Network	Integrated Communications Solution										50
													Total 1.200

Tabla 55: Planificación de los proyectos 2010-2018 a nivel de distribución de energía

Functional Project	YEAR											Costs (M€)		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
TD 1		Increased observability of the electric system for network management and control											45	
TD 2		The integration of demand side management in TSO operations											70	
TD 3		Ancillary services provided by DSOs											50	
TD 4		Improved defense and restoration plans											45	
TD 5		Joint Task force on IT system protocols and standards											20	
<b>Total</b>												<b>230</b>		

Tabla 56: Planificación de los proyectos 2010-2018 a nivel de coordinación entre transporte y distribución

En la planificación a todos los niveles se han tenido en cuenta los proyectos que ya se están llevando a cabo y los se van a financiar este año. Se hace además una distinción de las funcionalidades que se deben de conseguir a cada nivel, haciendo una planificación y reparto de presupuesto del total, que son los 2 billones de € con los que cuenta la iniciativa.

Además, en la siguiente tabla se muestra ese reparto teniendo en cuenta el gasto para actividades de I+D y de demostración.

Actividades	Costes de I+D (M€)	Costes de demostración (M€)	Costes totales (M€)
Actividades de coordinación	90	140	230
Actividades de transporte	270	290	560
Actividades de distribución	240	960	1.200
<b>Total</b>	<b>600</b>	<b>1.390</b>	<b>1.990</b>

Tabla 57: Reparto del presupuesto de la EEGI<sup>16</sup> en actividades de I+D y Demostración

Uno de las partes que se prevé importante en el tema de redes, es la implantación del vehículo eléctrico. A este apartado hay dedicado un presupuesto, pero no es demasiado abultado. Esto se debe a que la PPP<sup>17</sup> de Green Cars tiene un presupuesto alto para llevar a cabo desarrollo de los vehículos, pero también parte de integración en la red.

Los beneficios y los indicadores clave que van a servir para medir la evolución conseguida son:

Beneficios	Indicadores clave potenciales
Incremento de la sostenibilidad	Reducción cuantitativa de las emisiones de CO <sub>2</sub>
Capacidad adecuada de transporte/distribución para llevar la energía generada de todas las fuentes a los consumidores	Capacidad de generación renovable distribuida Reducción de los cortes en generación renovable debido a congestión del sistema Permisividad de inyectar la máxima energía proveniente de renovables sin cortes
Armonización y estandarización de los procedimientos de conexión a red a cualquier tipo de usuario	Reducción del tiempo de conexión de nuevo usuario Normativa uniforme para la conexión.

<sup>16</sup> EEGI: Iniciativa Europea de Redes Eléctricas

<sup>17</sup> PPP: Partenariado Público-Privado

Mayor seguridad y calidad de suministro	Reducción del ratio de picos de demanda
	Mayor participación de renovables
	Reducción de las interrupciones de suministro a los consumidores
	Incremento de la calidad de suministro, en valores de tensión
	Incremento de la coordinación entre operadora de red y distribuidoras
	Incremento de la eficiencia en la prevención y control de emergencias
Mejora de eficiencia y mejora del servicio en el suministro eléctrico y en la operación de red	Reducción de pérdidas
	Incremento de la participación por parte de puntos de demanda
	Permitir actividades de eficiencia energética por parte de los consumidores finales
	Capacidad para integración del coche eléctrico
	Incremento de la disponibilidad de componentes de red
	Disponibilidad real de la capacidad de red
Soporte efectivo de la red Europea mediante control de flujos de potencia para evitar cambios no deseables en los flujos e incrementar las capacidades de interconexión	Disponibilidad de servicios complementarios en las redes de transporte y distribución
	Incremento de las interconexiones entre países en Europa

Tabla 58: Beneficios e indicadores clave de la hoja de ruta de Redes Eléctricas

Finalmente, se aporta el plan detallado con los proyectos que se van a financiar en el periodo 2010-2012 dentro de los tres apartados marcados por la estrategia: transporte, distribución y coordinación; con un presupuesto que asciende en estos años a 1 billón de €. Por tanto, la mitad del presupuesto previsto va a ser gastado en estos dos primeros años.

## Hoja de ruta de la PPP de Green Cars

Desde la PPP de Green Cars, en colaboración con la plataforma tecnológica de integración de sistemas inteligentes, la plataforma de redes y el Consejo Europeo para el transporte rodado, se lanza en 2009 la hoja de ruta [\*] planificada para la electrificación del transporte rodado.

El vehículo eléctrico o la e-movilidad son una de las prioridades marcadas por las principales economías actuales. Lo que se marca desde la UE como las principales ventajas que proporciona la e-movilidad son:

- Ahorro de energía primaria

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- Reducción de emisiones de gases nocivos (mejora de la salud pública)

Los retos son:

- Aumento de la velocidad y la autonomía
- Disminución de los costes de la tecnología y los materiales usados en los vehículos

Como puntos a favor del desarrollo de la e-movilidad es que algo más del 80% de la población Europea vive en ciudades. Que 16 de esas ciudades tienen mucho más de 1 millón de habitantes, y aproximadamente 70 tienen en torno al millón de habitantes. Eso favorece la implantación del vehículo eléctrico como el desarrollo de comunidades libres de derivados del carbón.

Las principales áreas tecnológicas en las que se debe de investigar son:

- Sistemas de almacenamiento de energía
- Tecnologías relacionadas con el grupo motor
- Integración de sistemas
- Integración en la red eléctrica
- Integración en el sistema de transporte
- Seguridad

Otro de los aspectos importantes es el desarrollo de normativa y estandarización para asegurar la interoperabilidad en los diferentes países.

Desde la hoja de ruta se marcan tres hitos desde el 2010 al 2020, que pasan desde una pequeña introducción del coche eléctrico en 2012, una fase intermedia en 2016 y finalmente, en 2020 una gran producción e introducción en el mercado. Esto se puede observar en el gráfico siguiente:

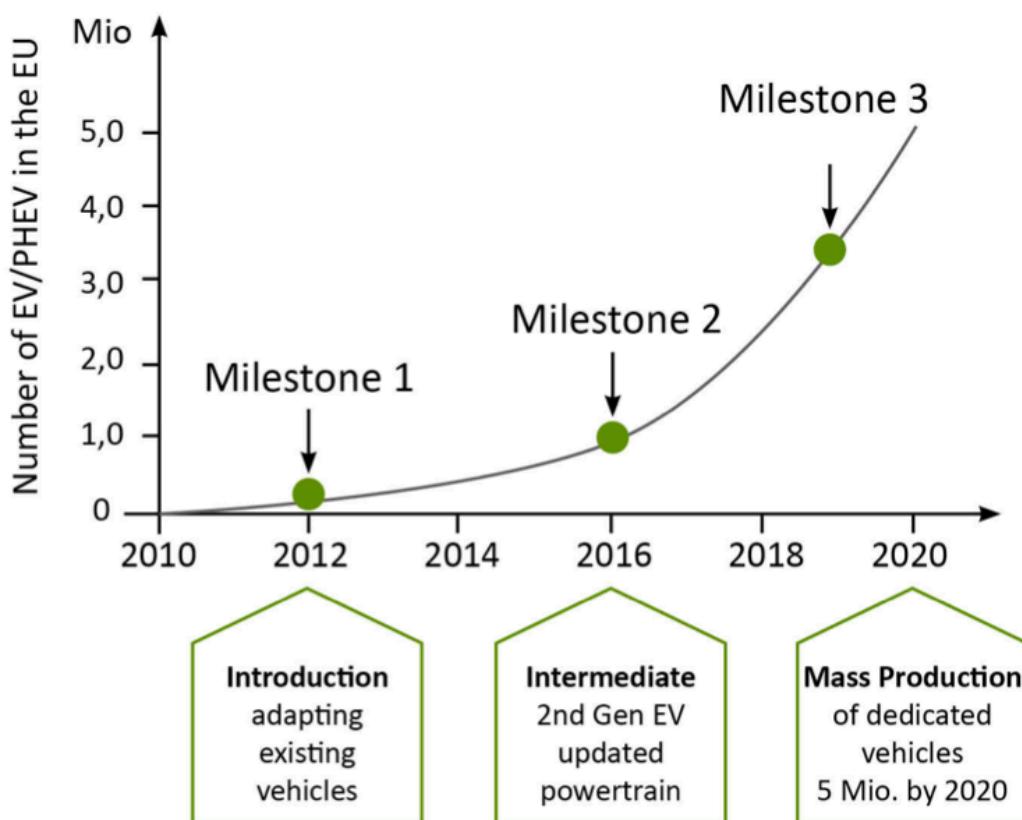


Figura 9: Gráfico de Hitos para la hoja de ruta de Green Cars.

Cada uno de estos hitos está desglosado en las seis áreas tecnológicas definidas previamente. La que se refiere a integración en la red, que es la más relevante para este estudio, tiene los siguientes hitos:

- 2012: Carga de adaptación tanto a las necesidades de usuario como a las de red
- 2016: Carga a mayor velocidad
- 2020: Carga rápida e inteligente con capacidad bidireccional

La hoja de ruta de integración en red es:

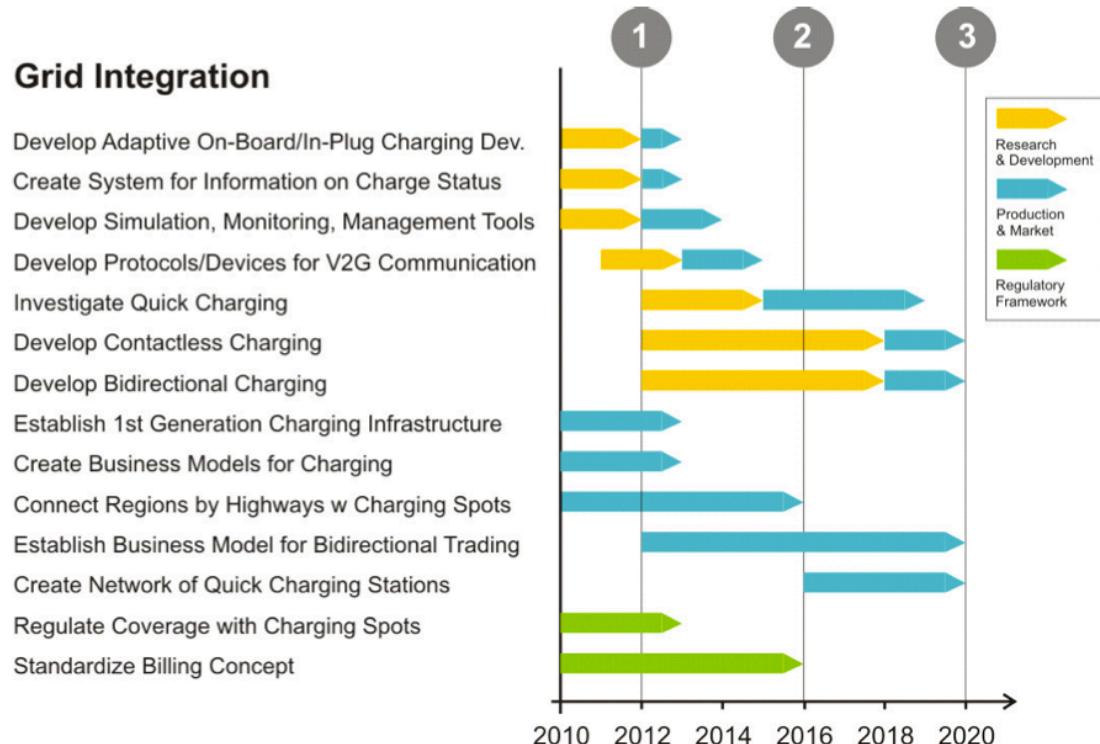


Figura 10: Hoja de ruta de integración en red de la PPP de Green Cars.

## Agenda estratégica de investigación de la PPP de Internet del Futuro

Desde la PPP de Internet del Futuro, en enero de 2010 se lanzó la primera versión de la agenda estratégica de investigación [28]. En este primer documento se tratan los temas que se van a abordar desde la PPP de Internet del Futuro, pero al ser un partenariado de reciente creación, todavía no dispone de una hoja de ruta detallada

Dentro de las cinco áreas temáticas del apartado de contribución a los grandes retos sociales, se encuentra una relacionada con redes de distribución inteligente. Desde este apartado se van a abordar la conectividad por internet, arquitecturas de computación, sensores digitales y control remoto para las redes de transporte y distribución eléctrica, para ayudar a mejorar las redes y hacerlas más eficientes. También hay un área dedicada a vehículo eléctrico, en la que podrían aparecer cosas relacionadas con redes.

Se prevé que para el próximo programa de trabajo del programa Marco ya aparezcan temas relacionados con redes, y habrá una hoja de ruta más detallada que poder analizar.

## Agenda estratégica de investigación de la Plataforma de Smart Grids

Uno de los primeros hitos en el establecimiento de una estrategia común para el desarrollo de las redes eléctricas en Europea, se dio en Abril de 2006, cuando se publicó “Visión y Estrategia para las Redes eléctricas Europeas del futuro” [30]. En ese documento se presentaban las redes eléctricas futuras como aquellas que sea capaz de dar suministro a todos los consumidores con una alta fiabilidad, accesibilidad, flexibilidad y rentabilidad económica. Para ello se deben de explotar fuentes de generación tanto centralizada como distribuida. Los consumidores deberían de ser capaces de interactuar con la red, y ésta, a su vez, debe de operar con más sencillez a nivel Europeo para alcanzar una mayor seguridad y rentabilidad. Es nuevo concepto de red son las llamadas “Smart Grids”.

Un año más tarde de la publicación del informe, la Plataforma de Redes desarrolló y público una Agenda estratégica de investigación [31] en la que participaron grupos de expertos de diferentes países y sectores industriales. El propósito de esta agenda es ofrecer un camino a seguir para conseguir el objetivo de las redes eléctricas del futuro. Por ello, este documento sirve como una de las bases que vertebran los programas de financiación Europeos y Nacionales.

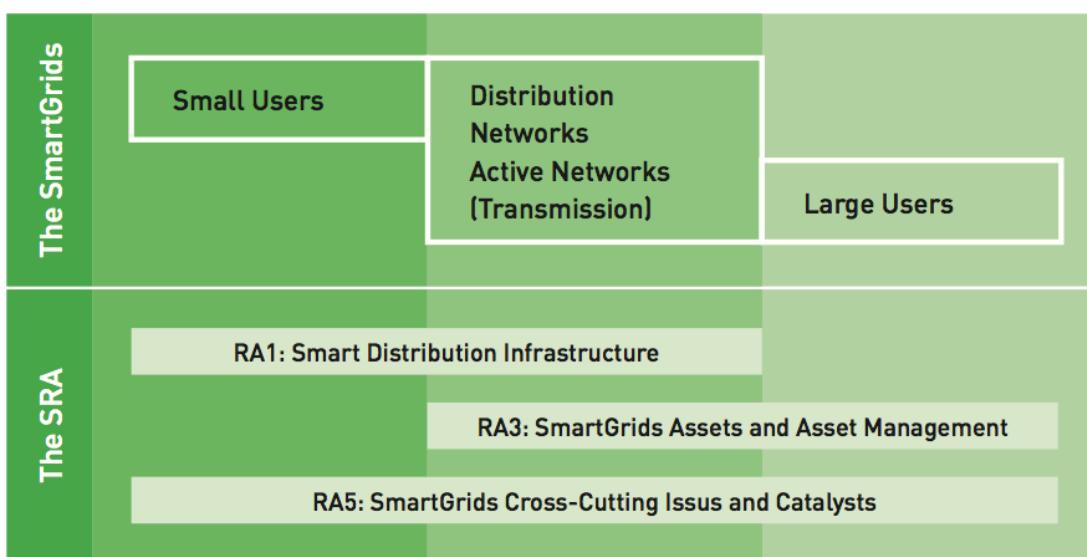


Figura 11: Estructura de la Agenda Estratégica de Investigación

En la figura anterior se puede observar la estructura planteada para el desarrollo de las redes. Divide la red en tres grandes grupos: pequeños usuarios, grandes usuarios y redes de distribución.

En cuanto a las áreas de investigación también hace tres grupos coincidiendo con la estructura planteada: infraestructura de redes de distribución, activos de la red y gestión y aspectos transversales; aunque en realidad se marcan 5 áreas de investigación.

Las 5 áreas de investigación son:

- Infraestructura de las redes de distribución
- Operación inteligente de la red, flujos energéticos y adaptación de usuarios
- Activos de red y gestión de los mismos
- Interoperabilidad Europea de las redes
- Aspectos transversales y catalizadores

Dentro de estas áreas se proponen unas tareas a llevar a cabo que se han analizado en el Anexo anterior.

Se muestra una estructura de desarrollo, en la que una de las partes más importantes es el realizar proyectos de demostración para validar las tecnologías y la implantación en el mercado real.

## Escenario planteado por el EREC

El Consejo Europeo de Energías Renovables (EREC) publicó en Abril de 2010 un informe llamado “Repensando 2050” [18] en el que se establece una visión en la que toda la generación para 2050 provenga de fuentes renovables. El informe ofrece una estimación de los beneficios económicos, medioambientales y sociales ligados a este hecho.

En el informe se centra en recomendaciones de las políticas necesarias a llevar a cabo para superar barreras no tecnológicas para alcanzar la perspectiva que se tiene. Las barreras se encuentran en el campo eléctrico, térmico y el transporte.

En el informe se dice que las perspectivas marcadas para 2050 probablemente sean más ambiciosas de lo que realmente será puesto en práctica, pero es importante que se tenga una visión optimista para dar más impulso a las energías renovables.

El informe se centra principalmente en las energías renovables, y en cómo deberían de ir evolucionando para poder llegar al escenario de 2050 marcado, con un 100% de producción de fuente renovable.

En lo relacionado con la red, esto sería un reto en lo que a integración masiva de este tipo de fuentes de generación se refiere, así como la necesidad de tener una arquitectura de red que permitiera esto.

Pero una de las partes que más se acerca a las redes eléctricas está mostrado en la figura 10. Esta figura muestra un gráfico de previsión de demanda energética desde 2010 hasta 2050, en millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtoe), que es una medida que se usa para cuantificar la energía. Se marcan dos escenarios, uno más optimista que el otro, pero se va a analizar el de arriba.

En ese escenario se muestra un aumento de demanda energética hasta el 2010, año a partir del cual se estabiliza y posteriormente baja la demanda. Este fenómeno se explica en el informe a partir de la necesidad de hacer que todos los medios por los que se transporta la energía así como los consumos finales mejoren considerablemente la eficiencia. Esto también tiene que ver con el transporte y distribución de la electricidad, en la necesidad que se tiene de que mejoren los rendimientos en toda la cadena de valor de la electricidad, desde su generación hasta su consumo final.

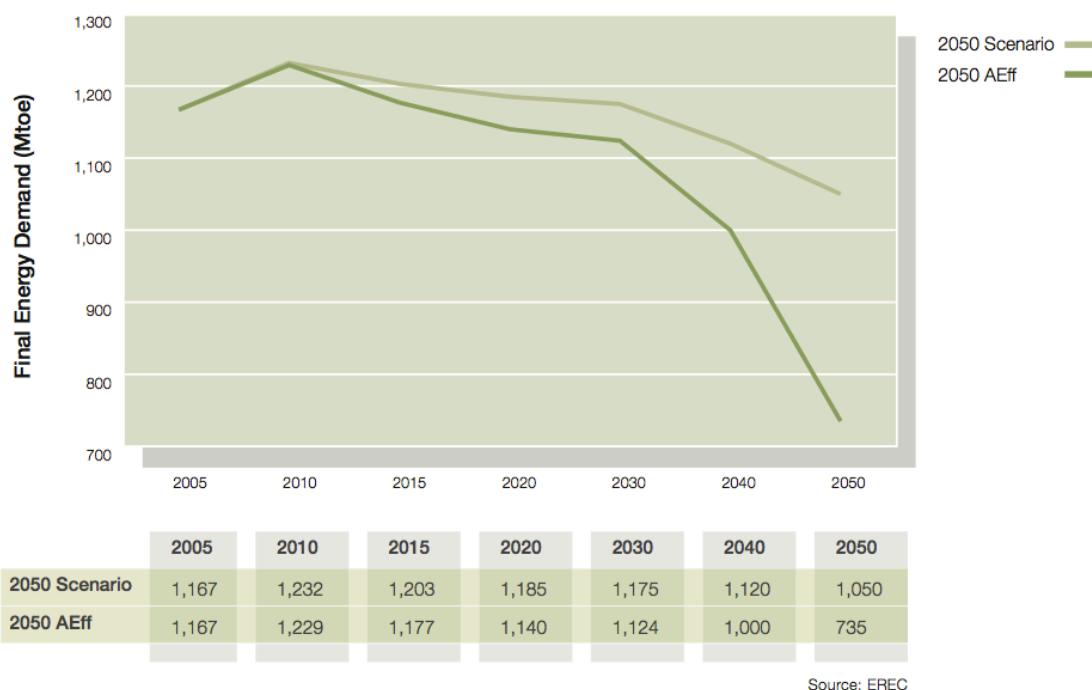


Figura 12: Gráfica de evolución de la demanda energética hasta 2050 en Mtoe según EREC

## Escenario planteado por Eurelectric<sup>18</sup>

Por parte de la industria eléctrica, de mano de la asociación Eurelectric [7], se plantearon unos escenarios para 2050 que están publicado en el informe “Power Choices”.

Para el desarrollo de dichos escenarios se tienen en cuenta una serie de hipótesis que son:

- Tres periodos económicos hasta el 2050: recesión hasta el 2014, recuperación hasta el 2022 y crecimiento bajo pero estable hasta el 2050.
- La evolución de los precios de los combustibles se basan en el modelo Prometeo

Los escenarios son dos:

- Uno “base”, cimentado en las políticas actuales
- Uno más optimista, llamado “Power Choices”, que se basa en alcanzar el 75% de reducción de emisiones en 2050.

Cada escenario tiene sus propias hipótesis en lo que a legislación y avances tecnológicos se refiere.

En cualquier caso, en los escenarios se está de acuerdo con el planteado por el EREC en el documento analizado anteriormente. La demanda, aunque es previsible un crecimiento de la industria y de la población, decrece en el tiempo debido a la aplicación de políticas de eficiencia energética.

<sup>18</sup> Unión de la industria eléctrica

Los resultados clave del informe son:

- Se puede conseguir una Europa neutra en los balances de carbono en 2050
- La mayor reducción de las emisiones serán en el periodo 2025-2040
- Las nuevas opciones de generación sumada a un mercado eléctrico robusto y a políticas que fomenten la eficiencia se necesitan inmediatamente.
- Los sistemas eléctricos inteligentes deberán de reemplazar a los combustibles fósiles.
- Se necesita mejorar el nivel y calidad de la electrificación para el uso final de la energía.

Para poder llegar a alcanzar estos puntos clave se hace imprescindible el desarrollar nuevas tecnologías que permitan modernizar la red, evolucionar los mercados eléctricos, desarrollar tecnologías y políticas que hagan que la eficiencia energética mejore, siendo un factor clave para reducir la demanda de energía, y finalmente se necesitan políticas que equilibren los costes a nivel Europeo.

## Hoja de ruta del SET Plan en Eólica

Además de la hoja de ruta que se ha descrito previamente, en relación a las Redes de Distribución inteligentes, otra que puede ser de interés es la que se refiere a la de energía Eólica.

El objetivo principal del sector es habilitar la tecnología necesaria para que el 20% del consumo eléctrico en Europa sea procedente de fuentes eólicas, y que se desarrolle tecnología para que este porcentaje siga creciendo en el futuro.

En la parte de integración en red, se deben desarrollar técnicas de penetración a gran escala de generación eólica a través de:

- Demostrar la fiabilidad del sistema eléctrico con gran penetración de eólica, con la ayuda de grandes sistemas de almacenamiento, e interconexiones de alta tensión tanto en corriente alterna como continua.
- Investigar la posibilidad de gestionar los parques eólicos como plantas de generación virtuales.

Se va a potenciar el desarrollo de las tecnologías necesarias para implementar los parques eólicos offshore a gran escala, mediante la investigación para conexión de dos países o más y parques eólicos marinos.

Concretamente, la parte de integración en red cuenta con un presupuesto de 2.100 millones de € desde el 2010 hasta el 2020.

El indicador clave en el área de integración en red de eólica es que el factor de capacidad virtual de los parques eólicos llegue al 80%

En la página siguiente se muestra el diagrama con la hoja de ruta de Eólica.

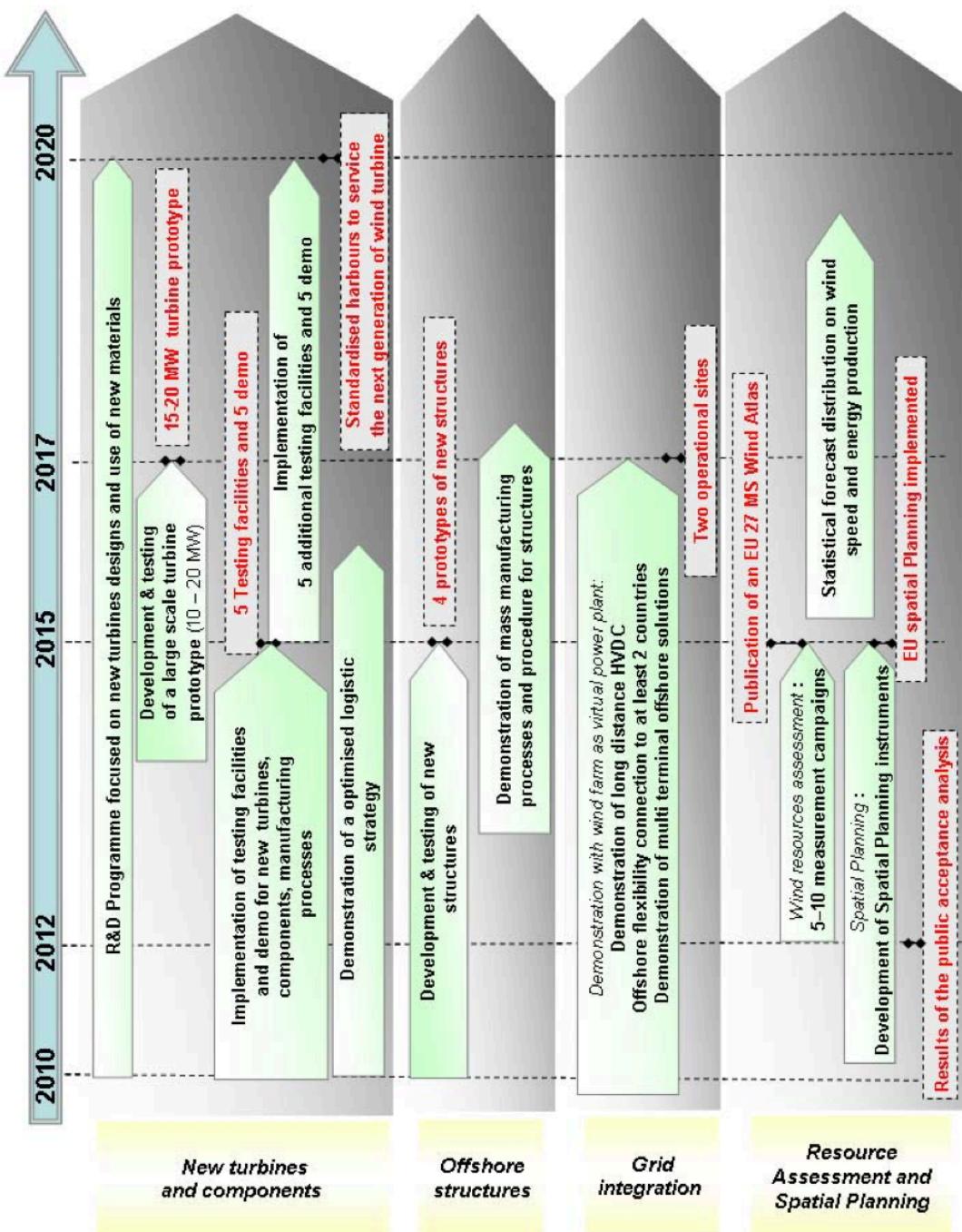


Figura 13: Hoja de ruta de el área eólica del SET Plan de 2010 a 2020

El programa de integración en red se divide en tres subprogramas:

- Conexión a red y transporte a tierra en parques offshore
- Seguridad y estabilidad de los sistemas
- Equilibrio y operación del mercado

El primer subprograma, de conexión a red, se refiere al primer objetivo de la hoja de ruta. Uno de los resultados esperados para continuar con las investigaciones en este ámbito, es la finalización del proyecto TWENTIES, financiado en el Programa Marco, que se basa en una gran penetración de energía eólica en la red.

El segundo subprograma se enfoca al desarrollo y demostración de plantas virtuales de generación. Para este subprograma se debe de seguir la línea de trabajo del proyecto FENIX y PEGASE, complementado por el mencionado para el subprograma anterior.

El tercer y último, se basa en el equilibrio de fiabilidad de los sistemas con gran penetración de eólica, de la mano de sistemas de almacenamiento eléctrico, así como la operación de los mercados cuando la tasa de producción eólica es muy alta.

## ANEXO VI – Proyectos y líneas de I+D de CIRCE

### Proyectos

Proyectos más importantes desarrollados por CIRCE relacionados con Smart Grids e integración de renovables en la red:

1. "Estudio y mejora de la conexión a red de los aerogeneradores eléctricos". En este proyecto se abordaba el problema de la mejora del impacto en red desde el punto de vista de la mejora de la regulación y control de las máquinas. La duración del proyecto fue desde Enero 1997 hasta Diciembre de 1999.
2. "Investment Promotion for Renewable Energy Integration". Se trata de un proyecto en el que se analizó la viabilidad de la integración de las energías renovables en instalaciones de bombeo para riego en varias zonas de Aragón, para obtener las configuraciones óptimas de bombeo y generación eólica e hidráulica para cada una de ellas. La duración del proyecto fue desde Enero de 1999 hasta Diciembre de 2001.
3. "Impacto de la generación de origen eólico en el funcionamiento y en la operación del sistema eléctrico peninsular". Junto con Red Eléctrica de España y Empresarios Agrupados, se desarrollaron los condicionantes técnicos que debían de tener los aerogeneradores para la penetración de la generación eólica en la red eléctrica. La duración del proyecto fue de Enero de 2000 hasta Diciembre de 2001.
4. "Optimización de sistemas integrados de energías renovables para el abastecimiento de núcleos aislados". En este proyecto se desarrolló una metodología de trabajo para optimizar la integración de energías renovables para la generación de energía eléctrica en sistemas aislados y de pequeña potencia (menores de 10 MW). Con este proyecto se buscaba incrementar la penetración de renovables mediante sistemas de control integrado. La duración del proyecto fue desde Enero de 2001 hasta Diciembre de 2003.
5. "Optimización de la generación dispersa en redes débiles". En el proyecto se analiza la penetración de la energía eólica en redes débiles buscando posibles soluciones de almacenamiento energético y gestión conjunta de diversas fuentes de energías renovables. La duración del proyecto es de Enero de 2004 hasta Diciembre del mismo año.
6. "Análisis multipunto del impacto en red de la energía eólica". En este proyecto se estudian las necesidades de análisis en régimen dinámico del sistema eléctrico con alta penetración de energías renovables y las necesidades de medida asociadas. La duración del proyecto es de Diciembre de 2003 a Noviembre de 2006.
7. EOLIA. Tecnologías para Parques eólicos Off-shore en Aguas Profundas. La investigación que se realiza en este proyecto es el análisis dinámico de aerogeneradores, desarrollo de modelos, definición de sistemas de transmisión de energía óptimos y diseño de transformadores especiales. La duración del proyecto es de Enero de 2007 hasta Diciembre de 2010.
8. DENISE. Proyecto de distribución Energética inteligente, segura y eficiente. En este proyecto, el equipo investigador participa en tareas relacionadas con la optimización de la planificación y operación de la red de distribución y el diseño de sistemas electrónicos de conexión a red para sistemas de Energías

Renovables de media potencia. La duración del proyecto es de Enero de 2008 hasta Diciembre de 2011.

9. "Desarrollo de un sistema de medida de parámetros de calidad de red en energía eléctrica". Se están desarrollando patrones de medida de varias magnitudes relacionadas con la calidad del suministro eléctrico. La duración del proyecto es desde Agosto de 2008 hasta abril de 2011.
10. SINTER: Sistemas Inteligentes Estabilizadores de Red. El proyecto tiene como objetivo demostrar la integración del almacenamiento, incluyendo las tecnologías del hidrógeno, con energía eólica para: la estabilización de extremos de redes débiles o saturadas y la integración de energías renovables con funciones de estabilización de red. La duración del proyecto es de Abril de 2009 hasta Agosto de 2010.
11. REDES 2025: Desarrollo de soluciones tecnológicas para la Red eléctrica española del 2025. El proyecto pretende diseñar y desarrollar progresivamente la red eléctrica del año 2025, una red capaz de satisfacer y garantizar el suministro de las nuevas necesidades eléctricas de todos los usuarios de una forma eficiente, fiable y sostenible. El proyecto comenzó en Agosto de 2009 y finaliza en Diciembre de 2010.
12. "Red de distribución inteligente para la integración de micro-generación". En el proyecto se abordan diferentes aspectos relacionados con la inteligencia y el control de las redes de distribución, enfocada a la seguridad en dichas redes y a la integración de micro-generación y almacenamiento en la red de baja y media tensión. La duración del proyecto es de Enero de 2009 hasta Enero de 2012.
13. GEBE: Gestor de Balances de redes energéticas con generación distribuida inteligente. El objetivo del proyecto es diseñar, construir y comprobar un sistema de gestión económica-energética de redes energéticas con generación distribuida inteligente interconectadas a la red a través de la red eléctrica actual. El proyecto comienza en Noviembre de 2010.
14. LOFCOM. El objetivo del proyecto es desarrollar una línea de productos de elevado nivel tecnológico para el emergente mercado de las redes inteligentes e integración en la red del vehículo eléctrico, así como de los sistemas de almacenamiento y generación. El proyecto comienza en Noviembre de 2010.
15. AZIMUT: Este proyecto se centra en investigar tecnologías para una nueva generación de aerogeneradores de gran potencia para aplicaciones offshore. Se pretende desarrollar una herramienta de diseño multiobjetivo que minimice los costes ligados a un aerogenerador o parque, optimizando la relación coste/beneficio.
16. CRAVE: El proyecto CRAVE es un proyecto para la investigación y desarrollo de estaciones para la carga rápida de baterías en vehículos eléctricos.

A continuación se realiza una descripción más amplia de los proyectos que están actualmente abiertos. Estos proyectos son el EOLIA, DENISE, Redes2025, GEBE, LOFCOM y AZIMUT.

## **EOLIA**

El objetivo global en el que se enmarca este proyecto es contribuir a la optimización del diseño de un transformador seco de 77 kV para su uso en aerogeneradores offshore.

En el proyecto se propone realizar un estudio exhaustivo de los aislantes que entran en juego en la construcción del transformador. Al tratarse de un transformador seco operando a una tensión nominal mayor de la habitual, un problema fundamental a tratar es la fiabilidad de los aislamientos. Para ello se realizará en primer lugar un estudio bibliográfico y de mercado del tipo de aislantes disponibles y se tratará de seleccionar los que se consideren más adecuados para esta aplicación. Una vez elegidos los materiales, se procederá a realizar los ensayos necesarios para su caracterización dieléctrica. Con el conocimiento de las propiedades dieléctricas de los materiales a utilizar se podrá contribuir a la optimización del diseño y funcionamiento del transformador.

Las principales tareas del proyecto son:

- Diseño de un transformador de 77 kV y 10 MVA
  - Estudio eléctrico mediante elementos finitos
  - Caracterización de los materiales dieléctricos
  - Modelado del transformador
  - Análisis estructural
- Optimización del sistema de producción eléctrico
  - Comparativa de configuraciones de generación
  - Nuevas propuestas de configuraciones
- Optimización del transporte entre el parque y la línea terrestre
  - Minimización del impacto en la red
  - Análisis de transmisión con corriente continua
- Optimización de las conexiones en el parque
  - Validación de los modelos
  - Modelado y simulación del equipo eléctrico y sistema de transporte

## **AZIMUT**

El proyecto AZIMUT se centra en investigar y desarrollar nuevas tecnologías para una nueva generación de aerogeneradores de gran potencia para aplicaciones offshore.

EL objetivo es conseguir una tecnología cuyo nivel de fiabilidad y coste mejoren al que se tiene actualmente para aerogeneradores onshore. Asimismo, dada la cada vez mayor capacidad proyectada para futuros parques eólicos offshore, se muestra la importancia de optimizar la distribución de los aerogeneradores dentro del parque o clusters, así como realizar la interconexión de una forma eficiente.

Para ello se plantea investigar en una nueva herramienta de diseño multiobjetivo, que, además de apremiar los objetivos básicos de minimización de costes de generación, operación, mantenimiento y pérdidas por transporte de la energía, considere la maximización de la continuidad de suministro y el cumplimiento de los requerimientos de conexión y evacuación de energía eléctrica.

## DENISE

Con el proyecto DENISE se pretende:

La creación de una plataforma de Integración Universal (PLATINUM), que sirve de base para la interacción de todos los elementos, procesos y servicios que forman parte de la Red de Distribución Eléctrica. Una plataforma que permita construir una red inteligente, segura, eficiente y abierta, al estar basada en estándares, que incorpore todos los avances tecnológicos y de comunicaciones. PLATINUM tiene una visión extremo a extremo de la distribución eléctrica, integrando desde las fuentes de generación distribuidas hasta los dispositivos del consumidor final con los que se podrá interactuar y proporcionarle una mayor calidad de servicio o fomentar un consumo responsable. En el marco del proyecto se trabajará en dos líneas con PLATINUM: Por un lado en la integración de los nuevos procesos y dispositivos que se generen en el proyecto, y por otro en la integración con los procesos actuales.

El desarrollo de una arquitectura de control y una serie de nuevos dispositivos para las redes eléctricas de distribución, de alta interoperabilidad, sincronismo e integración, que en un primer estadio, con muy poca configuración (prácticamente plug and play) puedan integrarse, apenas cableando unas pocas líneas comenzando rápidamente a comunicarse con los dispositivos ya existentes en la red e investigando y evaluando con especial énfasis las condiciones del entorno eléctrico y su influencia en el comportamiento de dispositivos radioeléctricos.

La selección, estudio y prueba de las tecnologías de comunicaciones coexistentes, adecuadas para una red altamente automatizada y tele-controlada, y que incluirán el desarrollo de sensores inalámbricos.

La definición de una serie de escenarios de futuro que permita valorar los costes de desarrollo e implantación de una red DENISE y los beneficios que ésta representaría para la sociedad consiguiendo el despliegue de una serie de empresas y centros de investigación, interesados y colaborando en el proyecto, que permitirá realizar un seguimiento extenso de la evolución del estado del arte a nivel mundial.

La implementación en banco de pruebas de nuevos esquemas de conexión de energías renovables en corriente continua, con incorporación de electrónica de potencia para mejorar la estabilidad y calidad de suministro en redes eléctricas débiles, incluyendo también la implementación de estrategias de control para sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, con políticas de despacho de ésta, que maximicen la eficiencia energética y la estabilidad de la red.

El Proyecto DENISE pretende situar al sector de la distribución eléctrica española y a la industria proveedora del mismo en una posición de liderazgo a nivel mundial ante el proceso de disruptión tecnológico e industrial de nuestro país y por tanto para su economía.

La situación mundial del sector energético y las respuestas que, a medio y largo plazo, la sociedad reclama a la distribución eléctrica en temas tales como:

- La incorporación de energías renovables en cantidades significativas al suministro eléctrico
- El ahorro energético y el desarrollo sostenible
- La mejora de la calidad de suministro que contribuya a una mayor competitividad de nuestra industria y a hacer más atractivo nuestro país para las inversiones en tecnologías de futuro.

## **Redes2025**

El objetivo del proyecto es diseñar, especificar y desarrollar soluciones tecnológicas que posibiliten la creación de la red eléctrica del año 2025, capaz de satisfacer el suministro de las nuevas necesidades eléctricas de todos los usuarios de una forma eficiente, fiable y sostenible.

El proyecto cuenta con un presupuesto de 40 millones de €, y ha sido financiado con fondos FEDER, considerándolo un proyecto Singular y Estratégico.

Constituye la primera iniciativa de I+D lanzada por la plataforma Española de redes, FUTURED.

Los objetivos generales son el de diseñar y desarrollar progresivamente la red eléctrica del año 2025, una red capaz de satisfacer y garantizar el suministro de las nuevas necesidades eléctricas de todos los usuarios. Dentro del proyecto, CIRCE participa en las actividades relacionadas con la integración óptima de recursos energéticos distribuidos, identificación y caracterización de los distintos sistemas de almacenamiento, y diseño y desarrollo de nuevos algoritmos de control a nivel de red de distribución y transporte. También se encarga de realizar la simulación de integración de las soluciones planteadas y del estudio del impacto en el sistema eléctrico.

## **GEBE**

El proyecto GEBE pretende desarrollar un Gestor de Balances de Redes energéticas con generación distribuida inteligente.

El objetivo principal del proyecto es diseñar, construir y comprobar un sistema de gestión económica-energética de redes energéticas con generación distribuida inteligente, interconectadas a través de la red eléctrica actual.

Se llama red con generación distribuida inteligente a un sistema formador por uno o varios de los siguientes elementos: generadores, consumidores y elementos de almacenamiento, interconectadas con la red eléctrica en un solo punto.

Los objetivos parciales son:

- Diseñar y construir configuraciones de electrónica de potencia para sistemas de generación y almacenamiento con capacidad de interactuar con el gestor de Redes inteligentes, cuya producción se encuentre al servicio del gestor.
- Diseñar y construir sistemas de medida de energía de muy bajo coste y fácil instalación, tanto reactiva como activa, para el conocimiento instantáneo de los flujos de todos y cada uno de los puntos que sea necesarios.
- Desarrollar un sistema gestor, con capacidad de tomar decisiones en tiempo real sobre los sistemas de generación y almacenamiento en función de diferentes parámetros, tanto de carácter técnico como económico. El objetivo de dicho gestor será conseguir la máxima autosuficiencia energética a partir de los recursos propios.
- Definir un sistema de comunicación entre los sensores, actuadores y gestor que permita la actuación en tiempo real de cada uno de los componentes de la red.
- Demostrar la viabilidad económica y técnica del concepto del de gestor en el mercado eléctrico liberalizado.

## **LOFCOM**

El proyecto LOFCOM pretende desarrollar un localizador de faltas y controladores de micro-redes.

Los objetivos del proyecto son:

- Desarrollar una línea de productos de elevado nivel tecnológico para el emergente mercado de redes inteligentes e integración a la red del vehículo eléctrico, así como de los sistemas de almacenamiento y generación
- Transferencia de tecnología de los Centros de Investigación hacia el sector productivo.

El objetivos de esta actividades es implementar la inteligentes de red en el segmento de baja tensión, que contemple una solución completa con un nuevos sistema distribuido formado por Dispositivos Electrónicos Inteligentes y nuevos retos de la integración de los nuevos sistemas de generación distribuida, junto con la necesidad de disponer de sistemas de almacenamiento de energía. Esta implantación favorecerá la estabilidad del sistema eléctrico ofreciendo la máxima información para obtener la más eficiente explotabilidad de la red. De esta forma se conseguirá ofrecer el mejor servicio a los diferentes clientes.

La viabilidad de las micro-redes para la recarga de vehículos eléctricos o de generación distribuida impone la exigencia de una red inteligente que disponga de información continua del estado de las instalaciones y que permita solucionar los posibles problemas que puedan afectar al funcionamiento óptimo del sistema, y además, hacerlo al mínimo coste posible. La red inteligente deberá de aportar nuevas habilidades tales como la fiabilidad, automatización del sistema de eliminación de faltas, gestión energética, tarificación en tiempo real. Desde un punto de vista del diseño, la red inteligente requiere de progreso tecnológico en automatización, comunicación y está especialmente ligada a la incorporación de generación y almacenamiento distribuido.

Se hace necesario contemplar una nueva arquitectura con nuevos dispositivos, para dar solución a estos retos, permitiendo la mejora de la calidad de suministro, la integración de las micro-redes y la recarga del vehículo eléctrico o de generación distribuida, y la reducción de los costes a través de la automatización de la operación de las instalaciones de media y baja tensión.

## **CRAVE**

El proyecto CRAVE es un proyecto para la investigación y desarrollo de estaciones para la carga rápida de baterías en vehículos eléctricos, fruto de los Premios Novare lanzados por Endesa.

Los objetivos del proyecto son:

- Minimizar el impacto en red de un proceso de cargar rápida mediante el uso óptimo de sistemas de almacenamiento
- Optimizar las energías renovables para su aplicación en procesos de carga rápida.

El objeto del proyecto es investigar y desarrollar el concepto de micro-red de corriente continua como sistema de gestión energética en instalaciones de recarga rápida de baterías para vehículos eléctricos y analizar su impacto en la red eléctrica.

El proyecto va a ser realizado íntegramente por CIRCE, con una duración estimada de 19 meses. En el campus Río Ebro de Zaragoza se va a instalar un demostrador fruto del proyecto.

## Líneas de I+D actuales de CIRCE

Las líneas de I+D que se están siguiendo en CIRCE relacionadas con las Smart Grids, son las siguientes:

- Desarrollo de nuevos algoritmos de protección
- Desarrollo de localizadores de falta
- Desarrollo de protocolos de comunicación y control según la norma IEC 61850
- Desarrollo de nuevas configuraciones de electrónica de potencia
  - Actualización tecnológica de generadores eólicos, transformando generadores de velocidad fija en velocidad variable, con capacidad para soportar huecos según P.O.12.3
  - Conexión a red y control óptimo de sistemas fotovoltaicos y sistemas de almacenamiento energético
  - Sistemas de generación hidroeléctrica a velocidad variable y bombeo reversible.
- Mejora de la calidad de red y seguridad de suministro en redes débiles
  - Desarrollo de FACTS y FAP
  - Generación distribuida: gestión integrada de sistemas de generación y almacenamiento para conexión a redes débiles.
  - I+D de micro-redes en corriente continua
- Transferencia energética por acoplamiento inductivo
  - Diseño óptimo de bobinas y pantallas EMI
  - Diseño óptimo de configuraciones resonantes
  - Desarrollo de estrategias de control que aseguren máxima eficiencia
- Desarrollo de un sistema de medida que permita la medida de calidad de red en varios puntos aislados del sistema eléctrico de modo sincronizado
- Desarrollo de un sistema de medida para la verificación de la producción en sistema solares.

## ANEXO VII – Laboratorios y capacidades de I+D de CIRCE

CIRCE cuenta con laboratorios propios de última generación, que se dedican a la investigación e innovación en el sector eléctrico. Gracias a estos laboratorios, CIRCE es capaz de llevar a cabo investigaciones y desarrollos tecnológicos de muy alto nivel y de ofrecer servicios avanzados de I+D.

Los laboratorios de los que dispone CIRCE son:

- Laboratorio móvil de ensayo de huecos de tensión en aerogeneradores (MEGHA)
- Laboratorio de ensayo de protecciones
- Laboratorio de integración de energías renovables
- Laboratorio de metrología eléctrica

### Laboratorio móvil de ensayo de huecos de tensión en aerogeneradores (MEGHA)

La alto crecimiento de generación eólica instalada ha hecho que los operadores del sistema se replanteen sus procedimientos de operación para adaptarlos a este nuevo tipo de generación, para que su incorporación al sistema se haga de un modo fiable y seguro. Uno de los requisitos de conexión de la generación eólica es la continuidad de suministros durante los huecos de tensión.

El grupo de estudios dinámicos del impacto en la red de la generación eólica del área de GISEP (Gestión Integral de Sistemas de Electrónica de Potencia) de la división eléctrica, ha desarrollado este laboratorio móvil que permite realizar distintos ensayos del comportamiento de aerogeneradores frente a los huecos de tensión.

Dicho equipo, se interconecta entre la línea de evacuación de energía eléctrica producida por el aerogenerador o grupo de aerogeneradores de la instalación y el aerogenerador objeto de ensayo.

Las características del equipo de ensayo son:

- Niveles de tensión de hasta 20kV y potencias hasta 5 MW.
- Genera huecos de tensión adecuados a la normativa internacional, pudiéndose seleccionar la duración del hueco, así como la profundidad de hasta el 100%, con pasos de variación ajustables y a tantos niveles de profundidad como se desee, para adecuarse a cada tipo de falta susceptible de producirse en la red eléctrica.
- Es capaz de generar huecos trifásicos, bifásicos aislados o a tierra y monofásicos.
- Además, es capaz de controlar la potencia de cortocircuito que observa el aerogenerador y aislar el resto de la red eléctrica de las faltas provocadas.

### Laboratorio de ensayo de protecciones eléctricas

Las protecciones eléctricas son uno de los equipos fundamentales que se instalan en las redes eléctricas. Para mejorar los factores de calidad de red, la seguridad de suministro, se necesitan mejoras y adaptaciones en los sistemas de protección.

Estos sistemas tienen por objeto proteger las distintas partes de la red, pero además se debe garantizar que la afección de las faltas sea mínima para que permanezca lo más estable posible la continuidad de suministro eléctrico.

Los diferentes tipos de protecciones que se pueden encontrar son:

- Protección de distancia
- Protección diferencial (línea, transformador o barras)
- Protección de intensidad
- Protección de tensión

Las instalaciones de las que dispone el laboratorio son:

- Sistema de ensayo de protecciones Omicron CMC 256-6
- Armarios de protecciones
  - Posición de línea de alta tensión
  - Posición de transformador

## Laboratorio de integración de Energías Renovables

Las principales actividades que se realizan en este laboratorio se desarrollan en el ámbito de la conexión al sistema eléctrico de los sistemas de generación renovables, así como en el desarrollo de sistemas de mejora de la calidad de red.

El laboratorio permite ensayar novedosas configuraciones de producción eléctrica mediante la asociación de distintas fuentes renovables, la conexión de fuentes renovables en redes débiles o sistemas de micro-generación de corriente continua, entre otros.

Las instalaciones de las que dispone el laboratorio son:

- Cuatro bancadas compuestas, cada una, por un motor y un generador con los sistemas de control necesario para simular el comportamiento de cualquier sistema de generación renovables, con unos rangos de potencia entre 22 kW y 90 kW.
- Una red débil y los sistemas de conexión necesarios.
- Equipos de medida y simulación

## Laboratorio de Metroología Eléctrica

El laboratorio de Metroología Eléctrica cuenta con acreditación ENAC, en calibración de tensión, corriente y resistencia.

El laboratorio tiene dos áreas de trabajo diferenciadas:

- Calibración
- Ensayos

El laboratorio cumple con todas las especificaciones de la norma ISO 17025, además dispone de acreditación ENAC en diversos tipos de ensayo en el área de Aerogeneradores y Redes de Distribución. La acreditación obtenida, comprende ensayos de curva de potencia de aerogenerador según las normas internacionales:

- IEC 61400-12-1:2005 Power performance measurements of electricity producing wind turbines
- MEASNET Power performance measurement procedure, version 3, 2000

También incluye ensayos en campo para la medida de los principales parámetros de calidad de red (flicker, huecos, sobretensiones, armónicos e inter-armónicos) según normativa:

- UNE-EN 50160:2001 Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución
- UNE-EN 61000-4-30:2004 Métodos de medida de la calidad de suministro, siendo el primer laboratorio español en conseguir esta acreditación.

Los equipos con los que cuenta el laboratorio son:

- Calibración de equipos de medida de calidad de red, FLUKE 6100 A
- Calibración de analizadores propios, FLUKE 5500 A
- Equipo patrón de referencia, Multímetro FLUKE 8508 A
- Calibrador de generadores de tensión y corriente de uso industrial, Multímetro AGILENT 34401
- Fuente de corriente para medida mediante pinzas amperimétricas
- Equipo auxiliar para calibración de generadores de tensión de más de 1 kV, Divisor de tensión CADDOCK
- Varios equipos analizadores de redes, capaces de medir tensiones, potencias, corrientes, frecuencia, armónicos, inter-armónicos, huecos de tensión...

## Laboratorio I2SET

El laboratorio I2SET se presenta como un nuevo proyecto en CIRCE. Esta laboratorio se va a basar en desarrollo de TIC para la red eléctrica, más concretamente en subestaciones, así como desarrollo de procedimientos de pruebas y validación de protecciones.

Las características principales son:

- Automatización de subestaciones eléctricas
- Telecontrol
- Desarrollo de los procedimientos de pruebas y validación de equipos de protección
- Teleprotección y comunicaciones

## Capacidades de CIRCE en I+D

### Innovación tecnológica en subestaciones eléctricas transformadoras (SET)

El adecuado diseño de una SET asegura la continuidad y calidad de suministro así como la seguridad de operación con una inversión ajustada. El diseño óptimo de SET's incluye desde los sistemas de mando y protección, hasta el sistema de potencia.

En la actualidad CIRCE está homologado por ENDESA Distribución y Red Eléctrica de España para la realización de proyectos y estudios de optimización de SET's y cuenta con certificación según norma ISO 9001.

En los últimos años, CIRCE se ha especializado en la normalización de ingeniería de control y configuraciones tipo de equipos de control y protección. Además, realiza la estandarización de celdas de MT y AT, y de edificios de control, siguiendo la normativa de ENDESA.

Las actividades desarrolladas son:

- Diseño óptimo del sistema de control, protección y telemundo de centrales y subestaciones, así como del sistema de potencia y obra civil de subestaciones
- Desarrollo, optimización y normalización de posiciones tipo
- Configuración de equipos de control y protección
- Automatización de procedimientos de pruebas y puesta en servicio de equipos de protección
- Asesoramiento, seguimiento, verificación, inspección y asistencia técnica durante el montaje y puesta en marcha de los equipos en obra
- Desarrollo de aplicaciones informáticos para la automatización de la realización de esquemas eléctricos.
- Adaptación tecnológica de SET's a la normativa IEC 61850
  - Adaptación de los esquemas de control
  - Análisis y configuración de las comunicaciones entre los equipos: datos y protocolos
  - Especificación de SET's IEC 61850
  - Integración de IEC 61850 en la automatización de pruebas de equipos protección y control

### **Tecnologías de la información y la comunicación en redes**

El sistema eléctrico es una de las áreas que más puede beneficiarse del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que contribuyen a asumir el aumento de la demanda, asegurar el grado de confianza necesario y mejorar la calidad de suministro.

La adopción de soluciones TIC resulta fundamental en los nuevos enfoques de redes inteligentes (Smart-Grid) relacionados con la generación distribuida, el control activo de la demanda o el despliegue del vehículo eléctrico.

Desde CIRCE se desarrollan las siguientes actividades:

- Comunicaciones para la red de distribución eléctrica
  - Diseño de enlaces y configuración de equipos de comunicación entre instalaciones.
  - Asesoría tecnológica para la instalación de nuevos equipos o actualización tecnológica sobre equipos de comunicación.
- Configuración de las comunicaciones entre equipos de control y protección
  - Especificación de uso de los protocolos
  - Selección y codificación de datos
  - Elaboración de perfiles de comunicación
- Investigación en medios y protocolos de comunicación para el control y automatización de sistemas eléctricos y V2G (*vehicle to grid*).
  - Especificación de necesidades TIC en sistemas eléctricos.
  - Definición de los nuevos modelos de datos para la representación abstracta de la información y su transmisión.
  - Estudio de la integración de las soluciones TIC para los sistemas V2G en las redes actuales de telecontrol.
  - Mapeo y aplicación de las nuevas soluciones y servicios sobre los estándares actuales para automatización y control: IEC 61850, IEC 60870-5-101/104, CIM.

## Análisis dinámico de sistemas eléctricos de potencia

La incorporación de las energías renovables al sistema eléctrico suponen numerosas ventajas como el aumento de la independencia energética o la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, este tipo de energías suponen un reto para la estabilidad del sistema debido a la aleatoriedad del recurso y su conexión a través de sistemas electrónicos de potencia.

Para asegurar la estabilidad del sistema eléctrico se deben estudiar las condiciones de conexión de las distintas energías renovables para lo que se deben realizar distintos modelos tanto de los sistemas de potencia como de los controles que se emplean.

Desde CIRCE se desarrollan las siguientes actividades:

- Desarrollo de modelos y simulación de las diferentes tecnologías de aerogeneradores (DFIG, jaula de ardilla y síncronos) y parques eólicos (EMTDC, PSSE...)
- Modelado y análisis de sistemas eléctricos de potencia en EMTDC: transformadores, cables submarinos, etc.
- Modelado, control y análisis de sistemas electrónicos en EMTDC.
- Desarrollo de modelos, ajuste y simulación de equipos FACTS.
- Estudios de huertas solares.
- Análisis de estabilidad de aerogeneradores y parques eólicos ante contingencias de la red.
- Análisis del impacto de la integración de generación eólica en la red eléctrica.
  - Estudios de conexión de energías renovables a redes débiles:
  - Estudios de estabilidad en sistemas aislados y micro-redes.
- Estudios estáticos y dinámicos en sistemas de generación distribuida.
- Verificación de conformidad de las instalaciones eólicas según requerimientos de Grid Codes internacionales.
- Ensayo y medida de la respuesta individual de un aerogenerador ante huecos de tensión.
- Validación de modelos informáticos de aerogeneradores o dispositivos FACTS.

## Transferencia de potencia por acoplamiento inductivo

Los sistemas de transferencia energética por acoplamiento inductivo, conocidos en el ámbito científico como sistemas ICPT (Inductive Coupling Power Transfer), resultan ideales para la transmisión de potencia de un manera más segura, flexible y rápida que los sistemas tradicionales. Las investigaciones realizadas se centran en sistemas de alta potencia y para distancias de varios decímetros pensados para aplicaciones en autobuses, tranvías, coches particulares y vehículos industriales de media potencia.

Las topologías de compensación simple, eficaces para sistemas con parámetros estáticos, se muestran insuficientes cuando los parámetros varían: distancia entre bobinas o posición relativa entre ambas. Para solucionar estos problemas se está trabajando en las siguientes líneas:

- Topologías de compensación complejas que proporcionen mayor estabilidad en bucle abierto.
- Sistemas y políticas de control que se adapten a las condiciones de trabajo, optimizando el rendimiento y manteniendo la seguridad de funcionamiento.
- Sistemas de apantallamiento EMI.

- Sistemas de almacenamiento adaptados al ciclo de carga que va a soportar cada tipo de vehículos eléctrico (uso industrial, público, particular...).
- Diseño electromagnético de las bobinas.
- Dimensionado óptimo del sistema completo en función de las restricciones de cada aplicación.

### **Diseño de controles para etapas de electrónica de potencia**

Las etapas de electrónica de potencia permiten gestionar la energía eléctrica de una manera muy rápida y flexible. Este tipo de sistemas ha evolucionado de una manera muy rápida y su capacidad de potencia aumenta día a día de manera exponencial. Este aumento de la capacidad de potencia les permite realizar las funciones de FACTS (Flexible Alternative Current Transmision System) y FAP (Filtro Activo de Potencia), de manera que se consigue aumentar la capacidad de transporte de una línea mejorando la calidad y seguridad de suministro.

Las líneas de trabajo que se llevan a cabo se centran en la elección del sistema electrónico de potencia y el desarrollo de los controles para:

- FACTS y FAP
- Aerogeneradores de pequeña y media potencia (1 kW a 500 kW)
- Instalaciones solares fotovoltaicas
- Generación distribuida: gestión integrada de sistemas de generación y almacenamiento para conexión a redes débiles y redes aisladas.
- Micro-redes en corriente continua
- Smart-grids

### **Diseño óptimo de sistemas integrados de generación y almacenamiento**

La integración de las energías renovables y su adecuado dimensionado y control pueden ayudar a superar gran parte de las barreras que frenan el crecimiento de estas como: disponibilidad energética, aleatoriedad de suministro, calidad de red...

Desde CIRCE se investiga el diseño óptimo de sistemas de generación eléctrica a través de la integración de diversos sistemas de energías renovables y sistemas de almacenamiento. Un aspecto destacable es la integración de energías renovables en micro-redes en corriente continua.

Las líneas de investigación que se están llevando a cabo son las siguientes:

- Gestión óptima de los flujos energéticos de las distintas fuentes renovables, tales como mini y micro hidroeléctrica, eólica, biomasa y fotovoltaica.
- Controles que aseguren la estabilidad del sistema y minimicen el impacto en red de la instalación.
- Análisis de la asociación de los sistemas de generación con los sistemas de almacenamiento en energía potencial (integración con estaciones de bombeo para riego) como base para la implementación de sistemas de generación integrados.
- Microrredes en corriente continua como elemento integrador de las fuentes renovables y los sistemas de almacenamiento.
- Control de la microrred orientado a la minimización del impacto en red o al funcionamiento en modo aislado.
- Diseño óptimo de generación atendiendo al potencial energético de la zona, las restricciones técnicas de las distintas fuentes y la demanda.

## **Innovación tecnológica en protecciones eléctricas**

Los sistemas de protección del sistema eléctrico tienen por objeto la protección de las distintas partes del sistema pero además, se debe asegurar que la afección de las faltas sea mínima para garantizar la continuidad de suministro eléctrico.

La evolución que está sufriendo el sistema eléctrico así como la búsqueda constante de la mejora de los factores de calidad del mismo provoca la necesidad de adaptaciones y mejoras en los sistemas de protección.

Desde CIRCE se desarrollan las siguientes actividades:

- Cálculo y ajuste de protecciones: Se analizan problemas de coordinación mediante simulación con CAPE. Este trabajo abarca la prevención y detección de descoordinación de protecciones, permitiendo determinar un correcto ajuste de las distintas funciones de protección de los equipos.
  - Cálculo de ajustes de protecciones eléctricas.
  - Análisis de coordinación de protecciones mediante herramientas de simulación.
  - Modelado de redes eléctricas y equipos de protección en herramientas de simulación.
- Análisis de incidencias en redes eléctricas.
- Ensayos de equipos de protecciones: se realizan los ensayos que permiten verificar los ajustes de las protecciones tanto en laboratorio como en instalaciones reales.
- Investigación y desarrollo de algoritmos de protección y localización de faltas.
- Automatización de la parametrización de sistemas de protección eléctrica. Se trabaja en el volcado automático de información desde la herramienta de simulación hasta el relé con objeto de eliminar una de las mayores fuentes de error como es el proceso manual de volcado de parámetros.

## ANEXO VIII – Redes y foros

### Redes y foros en los que participa CIRCE

A continuación se muestra un listado de las asociaciones y plataformas en las que CIRCE participa de un modo activo, y que están relacionadas con las Redes de Distribución Inteligentes.

ACRÓNIMO	NOMBRE ENTIDAD	TIPO ENTIDAD	ÁMBITO
FutuRed	Plataforma Española de Redes Eléctricas	Plataforma	España
EUREC	EUREC-European Association of Renewable Energy Research Centres	Asociación	Europa
AEDIE	AEDIE- Asociación Española de Ingeniería Eléctrica	Asociación	España
AEE	Asociación Empresarial Eólica (AEE)	Asociación	España
EWEA	EWEA- European Wind Energy Association	Asociación	Europa
APECYL	Asociación Eólica de Castilla León	Asociación	España
TECNO	Tecnoebro - Asociación de centros tecnológicos aragoneses	Asociación	España
ASIF	Asociación de la Industria Fotovoltaica	Asociación	España
EAWE	European Academy of Wind Energy	Asociación	Europa
IET	The Institution of Engineering and Technology	Instituto	Inglaterra
Ha	Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón	Fundación	España
PTE-HPC	Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible	Plataforma	España
ETP ZEP	Plataforma Tecnológica Europea de Centrales Eléctricas de Combustibles Fósiles con Emisiones Cero	Plataforma	Europa
PTFV	Plataforma Tecnológica Fotovoltaica	Plataforma	España
-	Jornadas Hispano Lusas de Ingeniería Eléctrica	Jornadas	España
ICREP`Q	ICREP`Q International Conference on Renewable Energy and Power Quality	Conferencia Internacional	España
Power-Gen	Power- Gen Europe	Feria	Europa
PowerExpo	PowerExpo	Feria	España
ASES	American solar energy society	Asociación	Internacional
CanSIA	Canadian solar industries association	Asociación	Internacional
Secartys	Asociación Española para la internacionalización de las empresas de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones	Asociación	España
E2B	Energy Efficient Buildings association	Asociación	Europea
PTE -EE	Plataforma tecnológica española de la eficiencia energética	Plataforma	España
Red OTRI	Oficina Transferencia de Resultados de Investigación	Red	España

Tabla 59: Redes y Foros en los que participa CIRCE

## Redes y foros de interés

### Plataforma de Smart Grids

La plataforma tecnológica Europea de Smart Grids, promovida por la Comisión Europea y liderada por la industria, tiene como misión principal el fomento y apoyo al despliegue de las Redes Inteligentes en Europa, asesorando y proporcionando coordinación a los distintos actores que intervienen en el futuro de las Smart Grids (Comisión Europea, operadoras del sistema, empresas de distribución eléctrica, Empresas transportistas, proveedores de componentes, centro tecnológicos, industria de equipos de medida, consumidores, proveedores de telecomunicaciones, reguladores de red...).

Se debe facilitar el correcto y eficaz funcionamiento de la Plataforma, para que se pueda establecer un vínculo entre las plataformas pertinentes que ocupan la tecnología de Smart Grids y que se ocupan de cuestiones que tienen impacto en la generación, la demanda y el futuro de la red.

Los objetivos de la Plataforma son:

- Construir y mantener una visión compartida para el futuro de las redes eléctricas en Europa y ser un catalizador para su aplicación
- Asegurar que la visión y la implementación de las redes inteligentes permanecen enfocadas en responder a las necesidades de la demanda en el marco de las políticas europeas.
- Ser un facilitador, trabajando en la política energética sostenible para una Europa competitiva.
- Promover proyectos de investigación de Redes Inteligentes, a través del desarrollo, demostración y despliegue de las mismas.

En la actualidad, la plataforma cuenta con dos grupos de trabajo:

- Demand & metering and retailers
- Energy Storage

Se puede participar en el grupo de trabajo mediante una solicitud formal, en la que se tiene que acreditar experiencia en el sector, aparte de exigir unas horas de trabajo al año. En cualquier caso, participar en estos grupos de trabajo no requiere del pago de cuotas a la plataforma.

También se puede entrar en un grupo al que se informa de todas las acciones llevadas a cabo por la plataforma para la participación en caso de interés por parte de los miembros de este grupo.

Los miembros del consejo son:

- KEMA
- ELIA
- ITI ENERGY
- EDF
- ELEPCOR
- SIEMENS
- AREVA
- SAP AG
- ENEL
- UNIVERSIDAD DE DORTMUND
- PPC GRECIA
- UNIVERSIDAD DE MANCHESTER

- ENERGIE-CONTROL
- EON
- REEEP
- UNIVERSIDAD DE DENMARK
- TERNA
- IBERDROLA
- ZIV SA
- EIRGRID
- POLAND OPERATOR

### **ICT4SMARTDG**

ICT4SMARTDG es una red temática que pretende ser lugar de referencia y punto de unión entre los actores de las comunicaciones en el ámbito de las redes inteligentes, las partes interesadas en la generación de energía distribuida y los gestores de las redes de distribución.

El objetivo es avanzar a un consenso sobre las tecnologías más adecuadas que se deben aplicar en el sistema para que su funcionamiento sea óptimo.

Desde la red se pretende llevar a cabo actividades de diseminación de los resultados de las actividades para crear conciencia en la sociedad de los beneficios que tienen las aplicaciones de las comunicaciones en la eficiencia energética y en la mejora de la red.

La red debe de ser un apoyo para que se alcancen los objetivos marcados por el plan de acción europeo, SET Plan.

En la actualidad, los participantes en la red son:

- Iberdrola
- Telefónica
- Samares
- Alcatel
- Ericsson
- Nokia
- T-Systems
- EDF
- Disenco
- SAP
- Eutelsat
- Acciona
- EREC
- Cogen
- Vodafone
- British Telecommunications

### **Plataforma EPoSS**

EPoSS es la plataforma para la integración de sistemas inteligentes, una iniciativa impulsada por la industria. Con la creación de la EPoSS se contribuye a alcanzar la

estrategia de Lisboa, impulsando el crecimiento económico para garantizar una prosperidad sostenible en Europa.

Uno de los objetivos que se tiene es el de desarrollar una visión de futuro y configurar una agenda estratégica de investigación para la integración de los sistemas inteligentes.

Dentro de la estructura de gobernanza en la que se divide la plataforma, se encuentran 6 grupos de trabajo para la integración de sistemas inteligentes. Las Smart Grids se engloban en dos de ellos, que son las comunicaciones para dispositivos inteligentes, y tecnologías clave para el desarrollo futuro.

Los miembros de la plataforma son:

- Tecnalia
- Melexis
- CiS
- Universidad de Aalborg
- Siemens
- Bumar
- Philips
- VDI/VDE
- Continental
- CSEM
- Fraunhofer
- Hitachi
- Ikerlan
- IMT
- microTEC
- HSG-IMIT
- Vermon
- VTI Technologies
- VTT
- Alcatel
- Comisión Europea
- INRIA
- Centro de investigación de Fiat
- Centro tecnológico Leitat
- STMicroelectronics
- Politécnico de Milán
- E-laborat
- BMBF
- AIT
- Infineon
- CIDETEC
- EADS
- Sorin CRM
- IMEC
- NXP Semiconductores
- Fundación Kessler
- Paragon
- SINTEF
- Comunicaciones Thales
- Universidad de Sheffield
- Bosch

- Swerea IVF
- Senonor

Se puede entrar como miembro en la plataforma siempre y cuando las actividades de la entidad solicitante tengan relación con la integración de sistemas inteligentes.

La tarifa que se debe de pagar para ser miembro de la plataforma es:

- 6.000 € para grandes empresas
- 3.000 € para Pymes y centros de investigación públicos
- 1.500 € para universidades

### **Iniciativa Europea para Internet del Futuro**

Esta iniciativa surge como la necesidad de juntar a todos los actores que participan en la industria de las tecnologías de la información y la comunicación, (industrias, academias, Pymes, Comisión Europea, centros tecnológicos...) para unir fuerzas y crear un marco común de colaboración para el desarrollo e implantación de la tecnología.

Los fundadores de la iniciativa son:

- Alcatel
- Atos Origin
- British telecommunications
- Deutsche Telekom
- Engineering
- Ericsson
- Euroscom
- Orange
- Nokia
- Siemens
- Telecom
- Telefónica
- Thales
- Technicolor

La lista de participantes en la alianza es amplia, y una entidad se puede unir a la iniciativa rellenando un formulario.

La entrada como miembros permanece cerrada por el momento, y también se desconoce el coste que supone la adhesión como miembro por el momento.

### **EERA**

La EERA – Alianza Europea para la investigación y desarrollo en energía – se crea con el objetivo de acelerar el desarrollo tecnológico en el marco del SET Plan.

Los miembros de la EERA son:

- Austrian institute of technology
- CEA
- CIEMAT
- CRES
- ECN
- Helmholtz Association
- IEN
- LNEG
- PSI
- RISO
- SINTEF
- UKERC
- VTT

Con el apoyo de:

- Comisión Europea
- EUA
- EUROHORCs

La EERA es un organismo cerrado, y no se puede solicitar participar como miembro en la misma. Los miembros que se muestran previamente son los que forman el comité ejecutivo de la EERA, y el criterio de entrada es que los países tuviesen representación por parte de un centro de investigación de ámbito nacional.

Sin embargo, en la estructura de funcionamiento de la alianza, se crean unos Planes Conjuntos en las diferentes temáticas de energía, en la que, aparte de participar los miembros del comité ejecutivo, pueden participar otros centros de investigación, que además no tienen por qué ser nacionales.

Por tanto, se puede solicitar la participación de un centro en estos planes conjuntos, siendo las exigencias una cantidad fijada de horas/persona al año y un nivel de excelencia en el campo.

Estos planes conjuntos y los miembros que lo forman, pueden ser un conjunto sólido de cara a presentarse al Programa Marco, por contar con unos centros tecnológicos acreditados y el apoyo de la Comisión Europea.

## ANEXO IX – Valoración económica

En la tabla siguiente se muestra el desglose de la valoración económica. Se han tenido en cuenta los gastos anuales únicamente, no las inversiones que se deben de realizar en cuestiones de infraestructuras el equipo de control integral de los proyectos.

Por tanto, los gastos anuales son:

ACTIVIDAD	Nº	COSTE	TOTAL [€/año]
Actividades de formación y concienciación	4	800	3.200
Participación en asociación 1 en horas al año	50	45	2.250
Viajes al año relacionados con la asociación 1	3	500	1.500
Participación en asociación 2 en horas al año	50	45	2.250
Viajes al año relacionados con la asociación 2	3	500	1.500
Visitas cruzadas, (ida y vuelta)	6	1.200	7.200
Personal dedicado en la oficina de proyectos	-	80.000	80.000
Viajes	-	15.000	15.000
Equipos	-	2.000	2.000
Delegación en Bruselas	12	1.600	19.200
		<b>TOTAL</b>	<b>134.100 €/año</b>

Tabla 60: Desglose de la valoración económica

La inversión prioritaria de infraestructuras es:

- 315.000 € para el equipamiento eléctrico para el edificio CIRCE, integrando todos los componentes que se mencionan en el apartado 8.1.2.
- 247.000 € para el emulador de redes en tiempo real RTDS
- 31.000 € para los sistemas de comunicación y protección, así como el sistema de monitorización y control de la red.

El total de inversión para las infraestructuras de I+D asciende a **593.000€**.

La inversión del sistema de control integral de proyectos asciende a **20.000 €**.

## **ANEXO X – Informe de empresas**

En el presente anexo se encuentra un estudio realizado a empresas Europeas en el ámbito de las Redes Inteligentes y tecnologías de Almacenamiento.

Para cada entidad, se muestra, las actividades que están realizando en el área de Smart Grids y tecnologías de almacenamiento. Además, los proyectos previos, tanto nacionales como Europeos en los que ha participado o lo hace actualmente, los accionistas de cada una de las empresas y unos datos globales que caracterizan de un modo resumido la dimensión de la compañía.

En caso de que la empresa tenga patentes se muestran todas, aunque no en todos los casos. Por ejemplo, como se puede observar en el informe de Siemens, se hace una anotación en referencia al gran número de patentes que posee.

Finalmente, y en caso de que existan o se hayan encontrado, se nombran los colaboradores principales de las empresas en el ámbito de los proyectos Europeos del Programa Marco.

La información y los datos para la elaboración de estos informes se ha obtenido de los informes anuales de 2009 de las compañías y de sus páginas web.

## Iberdrola

### Smart Grids

STAR project:

- Network remote management and automation systems
- It's being implemented in Castellón
- Increase vision and control of the entire distribution chain
- Improve grid operations and service quality
- More active participation by the clients

### Storage technologies

Iberdrola is developing a 125 million \$ budget project in the New York state, EEUU. The technology that is going to be used is CAES (Compressed air energy storage)

### Previous projects

National projects

- STAR: Network remote management and automation systems

Framework Programme projects:

- FENIX
- SOLID-DER
- EU-DEEP
- OPERA
- MERGE
- OPEN METER
- ADDRESS
- GROW-DERS
- WINDGRID
- OPERA 2
- OPENNODE
- TWENTIES

### Shareholders

Significant shareholders:

- ACS – 12%
- BBK – 6,84%
- Bancaja – 5,74%

Nature of ownership:

- Foreign entities – 29,03%
- Domestic entities – 49,04%
- Individual investors – 21,93%

### Company size

Key indicators 2009:

- Net revenue – 24.559 million €
- Operating profit – 4.509 million €
- Net profit – 2.939 million €
- Number of employees – 32.711

## **Energy managed**

Spain

- Production – 65,32 TWh
- Supply – 25,35 TWh

UK

- Production – 25,5 TWh
- Sales – 23,43 TWh

Latin America

- Production – 38,16 TWh
- Distribution – 31,9 TWh

USA

- Distribution – 36,79 TWh

## **Patents**

- Iberdrola has 42 patents.
- Electronic active earthing system for use in HV distribution networks  
Publication info: EP2128951
- Rectifier with power factor close to unity  
Publication info: ES2138548
- System for analysis and integrated simulation of faults in an electrical power system  
Publication info: ES2126520
- Current converter for electrical energy storage system  
Publication info: DE4416908

## EDF (Electricity de France)

### Smart Grids

Preparing for the distribution network of 2015.

- Propose and validate innovations: Bolstering new information and communication technologies used in the operation and control of the network, as well as management assets: new control and automation functions, selective implementation of sensor, data sharing.
- Developing virtual simulation tools:
  - To respond the network's complexity
  - Improve performance
  - Physical modelling of equipment to monitor the energy flows.

Developing new methods for power generation (wind and photovoltaic)

- Protection against lightning
- Lightning risk analysis
- Power network behaviour modelling

MAGIC: Quality of electricity, proof at the best price.

- Measurement, analysis and management of the Quality Information.
- Automate the analysis of the corresponding data.

PREMIO project and Smart Grids:

- First "smartgrid" demonstrator installed in France. It is placed in Lambesc.
- The objective is to analyse the capability of mobilization of different power resources spread over the territory in order to reduce CO<sub>2</sub> emissions and peak demand shaving.
- EDF has developed the algorithms of the central control.

### Previous projects

National projects:

- MAGIC: Described previously.
- PREMIO: Described previously.

Framework Programme projects:

As a DSO:

- RELIANCE
- OPERA
- G4V
- OPEN METER
- OPENNODE
- As a TSO:
- PEGASE
- As DSO and TSO:
- HIPERDNO
- TWENTIES
- ADRESS
- ANEMOS-PLUS

## Shareholders

- French State – 84,48%
- Institutional investors France – 3,25%
- Institutional investors rest Europe – 3,91%
- Institutional investors rest of the World – 3,44%
- Individual shareholders – 2,47%
- Employee shareholding – 2,43%
- Treasury shares – 0,01%

## Company size

- EDF has 37,9 million customers worldwide.
- The electricity generation worldwide is 618,5 TWh.
- It has 169.139 employees worldwide.
- It has 66,3 billion € in sales, of which 51% are in France.

In France:

- 34 billion € sales contribution.
- 27,7 million clients.
- 105.129 employees.

Energy managed

- EDF generates 618,5 TWh per year.

In France, EDF operates the majority of the distribution network.

- 98,7 GWe of generation
- 453,6 TWh

EDF distribute also throughout Europe.

In the United Kingdom is the first electricity distributor in terms of volume of electricity. In Germany, EDF has a 46% stake of EnBW, which is the first distributor of electricity in the Baden-Wurttemberg. In Hungary, EDF is active through Demasz and BR ZRT in which it holds a 95,7% stake. Demasz supplies 5,7 TWh approximately. EDF has stakes in Italian and Slovakian companies.

## Patents

- Method and device for locating a fault in an electric link:  
Publication number: EP2204659
- Method and device for controlling power supply.  
Publication info: AT474369
- Method and device for securely transferring digital data.  
Publication info: WO2010076514
- Method and device for the non-intrusive determination of the electrical power consumed by an installation, by analysing load transients.  
Publication info: WO2010037988
- Method of compressing an electrode stack of a storage battery using a bag and corresponding storage battery and bag.  
Publication info: PT1949485

They have several patents.

## ENEL

### Smart Grids

Enel, due to the realization and implementation of innovative project as Smart Metering, automation and remote grid control already is internationally ranked at benchmark level in terms of overall performances; these projects are the backbone for the development of Smart Grids. Enel is coordinating European Research and demonstration programmes.

### Previous projects

Framework Programme projects:

- G4V
- OPEN METER
- ADDRESS

### Shareholders

Shareholders:

- Cassa Depositi e prestiti – 17,4%
- Ministerio Economia e Finanza – 13,9%
- Institutional investors – 37,3%
- Retail investors – 31,4%

Shareholders profile:

- Institutional investors – 54,3%
- Retail investors – 45,7%

Geographical distribution:

- Italy – 12,3%
- UK – 19,2%
- North America – 23,4%
- France – 13,9%
- Germany – 9,6%
- Netherland – 3,5%
- Rest of world 5,2%

### Company size

- Enel had revenues in 2009 of 64 billion €.
- It has 81.208 employees worldwide.
- Enel has increased its revenues in 4,7%.

In Italy:

- It has 38.121 employees.

Significant events last year:

- Acquisition of 20% of the generation assets of Electricity Supply Board (ESB)
- Acquisition of 25,01% of Endesa.
- Enel – EDF agreement for the development of nuclear power in Italy.
- Sale of Enel Linee Alta Tensione (ELAT)
- Some agreements for the development of RREE, especially wind power.

## **Energy managed**

Total:

- Net electricity generated – 267,8 TWh
- Net efficient capacity – 95,3 GW
- Electricity transported through the network – 394,3 TWh
- Electricity sold – 287,7 TWh

## **In Italy**

- Net electricity generated – 84 TWh
- Net efficient capacity – 40,4 GW
- Electricity transported through the network – 241,7 TWh
- Electricity sold – 127,4 TWh

## **Patents**

- Method and apparatus for detecting the wiring phase of an arbitrary unknown phase voltage relative to a reference phase voltage  
Publication info: PT1756594
- Electric circuit breaker for electricity networks  
Publication info: AT470975
- Electricity meter, remote controllable disconnector module and electrical installation comprising the electricity meter  
Publication info: WO20010048993
- System for the remote acquisition of the electric energy consumptions and for the remote control of the distributed targets users, also of domestic type  
Publication info: US2008042874
- System for the remote reading and control of electric energy consumption  
Publication info: SI1456676

## RWE

### Smart Grids

RWE is consortium leader in the project "Grids for the power supply of the future", which is a national project. The objective of the project is to develop smartgrid concepts to analyse local and regional changes in the supply function and work out solutions. With the results, a real demonstrator will be implemented in 2011 in order to set the basis for future planning and operating principles in Germany's network.

### Storage technologies

RWE is mainly interested in CAES technology (Compressed air energy storage)

### Previous projects

National projects:

- Grid for the power supply of the future.

Framework Programme projects:

- EU-DEEP
- ECCOFLOW
- G4V
- OPEN METER
- ICOEUR

### Shareholders

Shareholders:

- RW Energie-Beteiligungsgesellschaft – 16%
- BlackRock Financial Management – 4%
- Other Institutional investors – 60%
- Private shareholders – 14%
- Treasury shares – 5%
- Employee shareholders – 1%

Geographical distribution:

- Germany – 36%
- US / Canada – 17%
- UK / Ireland – 12%
- Rest of Europe – 13%

### Main collaborators

Karlsruhe University appears twice in the projects where RWE participates.

### Company size

RWE had 47,741 billion € of revenues in 2009, representing a decrease of 2,5%.

The electricity revenues were 31,225 billion €, which are 65,4% of the total.

RWE group operates mainly in Germany, but it also has market in Netherland, Belgium, United Kingdom and Eastern Europe.

Electricity sales volume by region:

- Germany – 70,3%
- United Kingdom – 17,7%
- Hungary – 6,1%
- Netherlands – 2,9%
- Other: 3%

Significant events last year:

- Acquisition of Dutch utility Essent.
- New company structure.
- New Energy-efficiency Company.
- Stronger organisational independence for the electricity transmission network
- Joint venture with E.ON for building nuclear power stations in the UK.
- Entry into the Turkish electricity market.

### **Energy managed**

Total:

- Electricity generation – 300 TWh
- External electricity sales volume – 282,8 TWh
- Power plant capacity – 49,582 GW

Germany:

- Electricity generation – 179,9 TWh
- Power plant capacity – 33,206 GW

### **Patents**

- Method for monitoring and/or testing without destruction a transmission element, and measuring arrangement for carrying out the method.  
Publication info: ZA200806395

Most of the patents are related to fuels, logistics...

## Dong Energy

### Smart Grids

Remote meter reading:

- Meter that automatically and remotely meters electricity consumption.
- Data transmission via telephone network.
- Previous projects

Framework Programme projects:

- SOLID-DER
- ANEMOS-PLUS
- TWENTIES

### Shareholders

Shareholders:

- The Danish state – 76,49%
- SEAS-NVE Holding A/S – 10,88%
- SYD Energi Net A/S – 6,95%
- Others – 5,68%
- According to Danish law, shareholders with less than 5% holdings remain anonymous.

### Main collaborators

Denmark's University appears as a partner in all the projects in which Dong participates.

### Company size

- Dong energy had 6,615 billion € of revenues in 2009, representing a decrease of 19%.
- The EBITDA (Earnings before interests, taxes, depreciation and amortization) were 1,187 billion €, which is a decrease of 35% compared to 2008.
- Dong Energy has 5.865 employees.

Significant events last year:

- Signing of world's largest turbine agreement with Siemens.
- Acquisition of 25% stake in Lincs offshore wind project.
- More UK offshore wind farms, Walney and London Array.
- Development plans and increased stake in Oselvar field.
- Acquisition of the company A2SEA, which installs offshore wind turbines.
- Inauguration of second-generation bio-ethanol demonstration plant.
- Inauguration of Horns Rev 2 wind farm.
- Acquisition of wholesale company KOM-STROM.

Dong energy is very focused on offshore wind farms.

### Energy managed

- Power generation – 18,074 TWh
- Thermal generation – 15,264 TWh
- Renewable generation – 2,81 TWh
- Power sales – 10,723 TWh
- Power distribution – 9,156 TWh

## Vattenfall

### Smart Grids

Vattenfall and ABB in unique Smart Grids cooperation.

- Vattenfall and ABB have announced a joint investment in a large demonstration project for smart electricity grids in Gotland.
- The project is planned to start in autumn 2010 and last for four years.
- A substantial share of wind power is connected to the distribution network and all customers have smart meters installed.

Strategic plan for the future network.

- Vattenfall is successfully using a software-based simulation tool called Asset Strategy Planning (ASP) in order to optimise investments in its networks.
- Smart Grids play an important role in Vattenfall due to the objective of being carbon neutral by 2050.

Vattenfall actively supports and participates in a number of international Smart Grids initiatives and R&D projects.

- Is one of the funding members in EU's Industrial Initiative on Smart Grids.
- Vattenfall participates in ADDRESS project, a strategic R&D project of Smart Grids.
- InnoEnergy is a new commitment for Vattenfall. The new established co-location centre in Stockholm coordinates InnoEnergy's joint expertise in the area of European Smart Grids and Electricity storage.

### Previous projects

National projects:

- Vattenfall and ABB project – Smart electricity grids in Gotland.

Framework Programme projects.

- ECCOFLOW
- G4V
- ADDRESS
- ANEMOS-PLUS
- OPTIMATE
- TWENTIES

### Shareholders

Vattenfall is 100% owned by the Swedish state.

### Company size

Vattenfall is Europe's fifth largest generator of electricity. Vattenfall works in generation, transmission, distribution and sales.

The Vattenfall group has approximately 40.000 employees.

Vattenfall operates in Sweden, Denmark, Finland, Germany, Poland, United Kingdom, Netherlands and Belgium.

Vattenfall net sales in 2009 were 19,84 billion €, representing a growth of almost 25%; and the EBITDA were 5 billion €, 12,7% more than 2008.

Vattenfall has 5.586.000 network customers.

Significant events in 2009:

- Acquisition of 51% of Irish development company for ocean energy.
- Electric car project with BMW in Berlin.
- Acquisition of Noun opens up new market for Vattenfall, and Noun completed – Business group Benelux.
- Acquisition of the Stor-Rotliden wind farm project in northern Sweden.
- Present, with Pelamis Wave Power, plans for wave power projects offshore in Shetland Islands.

**Energy managed**

Total

- Electricity generation – 158,9 TWh
- Electricity installed capacity – 39,32 GW
- Retail customers electricity volume – 27,1 TWh
- Resellers electricity volume – 27,4 TWh
- Industries electricity volume – 60,2 TWh

In the Nordic group

- Electricity generation – 38,8 TWh
- Electricity installed capacity – 11,83 GW
- Retail customers electricity volume – 10,8 TWh
- Resellers electricity volume – 6,4 TWh
- Industries electricity volume – 37,2 TWh

**Patents**

- Pump storage underground hydroelectric power station for balancing daily load in interconnections, has two tanks, where underground cavern is used as lower tank in soil of natural water and natural waterbodies function as upper tank.  
Publication info: DE102008020987
- Primary regulation process for a power supply network.  
Publication info: EP1437484

## REE (Red Eléctrica de España)

### Smart Grids

REE is engaged in FUTURED technology platform, a strategic project that aims to develop the electricity network for 2025.

REE participates in several European projects related to Smart Grids.

### Previous projects

National projects:

- VERDE: Massive introduction of electric vehicles into the grid.
- GAD: Active demand side management.

Framework Programme projects.

- WIND ON THE GRID: Preparation of the European electricity network to allow large integration of wind power.
- EWIS: Studies to support the integration of wind power into the electrical system.
- FENIX: Problems regarding generation distributed on a medium and long-term basis.
- RESPOND: identification of efficient options of market responses, which actively contribute to an efficient integration of renewable energy and distributed generation.
- TWENTIES: The great initiative of the European electricity sector for the implementation of technologies that allow the integration of renewable energy sources, particularly wind power, in order to fulfil the objectives at a European level regarding energy efficiency and sustainability.
- MERGE: Impact assessment of what would have on the grid with the massive introduction of electric vehicles.
- IS-POWER: Integration of renewable energy in insulated systems.
- OPTIMATE: Open platform to test integration in new market designs of massive intermittent energy sources dispersed in several power markets.
- ANEMOS-PLUS: Advanced tools for the management of electricity grids with large scale of wind generation.
- RELIANCE: Coordinated perspectives of the European transmission network research activities to optimise the reliability if power supply.
- PEGASE: Pan European grid advanced simulation and state estimation.

### Shareholders

Shareholders:

- SEPI (State Industrial Holdings Company) – 20%
- Shares – 80%

### Main collaborators

UPC (Universidad Pontifica de Comillas) appears in three projects in which REE participates.

### Company size

Net sales – 1,2 billion €

Profit after taxes – 330 million €.

REE has 1.679 employees.

### **Energy managed**

REE operates the whole Spanish electricity transmission network.

REE managed last year 268,33 TWh.

### **Patents**

- System for analysis and integrated simulation of faults in an electrical power system.  
Publication info: ES2126520
- Electronic measuring converter.  
Publication info: ES2128953
- System of automatic checking of electrical protections.  
Publication info: ES2114481
- Procedure for verifying the status of switches located in an installation by means of portable analysis equipment.  
Publication info: ES2028539

## RTE EDF

### Previous projects

Framework Programme projects:

- OPTIMATE
- TWENTIES
- REALISEGRID
- PEGASE

### Shareholders

Belongs to EDF

### Company size

Key financial indicators (2009):

- Sales – 4.130 million €
- EBIDTA – 1.211 million €.

RTE customers:

- 628 generation units
- 525 manufacturing sites directly connected
- 27 distribution networks
- 150 traders and suppliers

RTE has approximately 8.813 employees.

### Energy managed

In 2009, RTE EDF transmitted 519 TWh, of which, 120 TWh were cross-border exchanges.

## Terna

### Previous projects

National projects:

- Sungid S.P.A Construction and management of small-scale photovoltaic power generation plants.

Framework Programme projects:

- RELIANCE
- REALISEGRID
- ICOEUR
- SEESTOC

### Shareholders

Shareholders:

- Institutional investors – 42%
- CdP – 29,94%
- Retail – 22,9%
- Enel – 5,1%

Major shareholders:

- CdP – 29,94%
- Enel – 5,1%
- Pictet Funds Europe SA – 4,9%
- BlackRock Inc. – 2%
- Assicurazioni Generali – 2,1%
- Romano Minozzi – 2%

Shareholders geographical structure

- Italian investors – 71,2%
- UK – 7,6%
- USA – 4%
- Rest Europe – 15,6%
- Others – 8,2%

### Company size

Key indicators 2009:

- Net profit – 771 million €.
- Revenues – 1.360,7 million €.
- EBITDA – 1.003,2 million €

Significant events 2009:

- Completion of the acquisition of Enel Linee Alta Tensione.
- Photovoltaic project "Sungid S.P.A."
- Purchase of additional shares in the associate CESI.
- Agreement for the acquisition of A2A's high voltage and national transmission grids.

Terna has 3.447 employees in Italy.

They have 1.020 workers and 360 engineers for grid development.

**Energy managed**

Total gross generation – 289,92 TWh

Total net generation – 278,88 TWh

Total ancillary services – 11,03 TWh

## ENBW

### Smart Grids

ENBW is working in decentralised energy generation. They have several test fields that includes fuel cells for energy storage.

### Storage technologies

Their bet is in fuel cells.

Innovative fuel cell technology for supplying households with energy.

250 kW fuel cell for decentralised energy supply of the thermal baths in Mingolsheim.

Fuel cells at the Michelin tyre plant in Karlsruhe.

Fuel cells at the Füchschen Brewery in Düsseldorf.

### Previous projects

Framework Programme projects:

- MIRACLE
- OPTIMATE

### Shareholders

Shareholders:

- EDF International – 45,01%
- OEW Energie-Beteiligungsg GmbH – 45,01%
- Badische Energieaktionärs-Vereinigung – 2,55%
- EnBW Energie Baden-Württemberg AG – 2,30%
- Gemeindellektrizitätsverband Schwarzwald-Donau – 1,28%
- Neckar-Elektrizitätsverband – 0,69%
- Landeselektrizitätsverband Würtemberg – 0,54%
- Other municipal shareholders – 0,78%
- Free float – 1,84%

### Company size

Key indicators:

- Electricity generation revenues – 2.357,5 million €
- Electricity grid and sales revenues – 10.031,3 million €
- Energy and environmental services revenues – 722,3 million €
- EBIDTA – 2.748,2 million €
- Electricity sales – 119,7 TWh
- Total employees – 20.194

ENBW operates in:

- Germany
- Poland
- Switzerland
- Austria
- Hungary
- Turkey
- Czech Republic

### **Energy managed**

Electricity generation and trading – 38,4 TWh

Electricity grid and sales – 81,3 TWh

### **Patents**

- Computer-supported method for optimizing energy usage  
Publication info: DE102008037576
- Control device for an electric vehicle charging station for feeding power to and/or obtaining power from a mobile storage and consumption unit.  
Publication info: WO2010031691
- Balancing circuit for series connected electric energy storage elements.  
Publication info: EP1184952

## TENNET

### Storage technologies

Tennet is actively brainstorming on large-scale energy storage devices and how to deploy them in the grid.

### Previous projects

National projects:

- Windtrack: Electro-magnetic fields

Framework programme projects:

- RELIANCE
- REALISEGRID

### Shareholders

Shareholders:

- TenneT holding BV – 70,06%
- Fluxys Europe – 3,84%
- Nederlandse Gasunie – 26,1%

### Company size

Key indicators:

- Turnover – 546,6 million €
- EBITDA – 137,4 million €
- Net profit – 72,1 million €

### Energy managed

- Imports – 15,46 TWh
- Exports – 10,56 TWh

## SAP AG

### Smart Grids

SAP research areas in Smart grids:

- Smarter Power Supply
- Smarter Cars

### Previous projects

Framework Programme projects:

- SMARthouse-SMARTGRID
- MIRACLE

### Shareholders

Shareholders:

- Free float – 72,4%
- Founders – 24,6%

Shareholders geographical structure

- North America – 21,6%
- Insiders – 24,6%
- Germany – 8,2%
- UK / Ireland – 9,1%
- Rest Europe – 11,7%
- Retail – 20,1%
- Rest of the world – 1,7%
- Treasury Stock – 3%

### Company size

- Key indicators 2009:
- Total revenues – 10,66 billion €
- Operating profit – 2,93 billion €
- Employees – 47.584

### Patents

SAP AG has almost 5.000 patents related to:

- Data processing and transaction
- Database systems
- Communication
- Data security

## KEMA

### Smart Grids and smart metering

- PD online: On-line Partial Discharge monitoring of MV cables, a new measuring system for the on-line monitoring and location of partial discharges (PDs) in medium-voltage power cables.
- Active distribution networks: ADDRESS project (Active distribution networks with full integration of demand and distributed energy sources). Develop technical solutions at the end user location to make demand active, and at the power system level to allow the participation of demand in power system markets and in service provision.
- Smart grid implementation

### Storage technologies

- ESA member: Electricity storage association is a trade association established to foster development and commercialization of energy storage technologies.
- Grow-ders project: Flexible storage for grid reliability. The project realizes three transportable flexible storage systems, and assessment tool for optimal distribution network management, and completes a description of concept direction for EU regulatory framework.
- Redox flow – third generation: Redox flow batteries for small-scale electricity storage.
- Fast-response storage devices: Energy storage for system reliability and interconnection.

### Previous projects

Framework Programme projects:

- OPEN METER
- ADDRESS
- GROW-DERS
- DER-LAB
- DLC+VIT4IP
- OPENNODE

### Shareholders

Shareholders:

- Eneco B.V. – 31%
- Essent Nederland B.V. – 25,3%
- Alliander N-V – 24,9%
- E.ON Benelux – 10%
- DELTA – 7,6%
- NRE Holding – 0,5%
- Cogas Infra en Beheer – 0,3%
- RENDO Regional Nutsbedrijf voor Zuid-Drenthe – 0,2%
- Holding Westland Infra – 0,2%

### Main collaborators

- SenterNovem – Netherlands
- California Energy Commission -US
- Duke Energy
- ENECO

### **Company size**

Key indicators 2009:

- Global workforce – more than 1.600 people
- Countries – 20
- Net sales – 256,2 million €
- Normalized earnings before tax – 17,2 million €

### **Patents**

- Capacitive sensor, method for manufacturing such a sensor and mould provided with such a sensor.

Publication info: WO2007120044

## ATOS ORIGIN

### Previous projects

ATOS participates in several Framework Programme projects but they aren't related to smart grids or energy storage technologies. Some of these projects are:

- ORCHESTRA
- BEINGRID
- MASTER

### Shareholders

The free-float shares are closed to 100%.

Shareholders:

- PAI partners – 22,6%
- Pardus – 10%
- Centaurus – 1,9%
- Employees – 3,3%
- Treasury stock – 0,9%
- Public – 61,2%

### Company size

Key indicators 2009:

- Total revenues – 5.127 million €
- Net income – 31,7 million €
- Total employees – 49.036

### Patents

- System and method for performing management activities on management objects in a computer network.  
Publication info: EP1258804
- Method and metering system for metering the use of electronic devices  
Publication info: EP1255208
- Order manager system  
Publication info: WO2005119536

## CURRENT

### Smart Grids

Current technologies is working in these areas:

- Advanced sensing
- Analytics – based control
- Communications flexibility

Current technologies participate in several national projects and FP projects related to smart grids.

Current *OpenGrid* is the software foundation to enable smart grid applications deployed today and in the future. It provides the network and data management system to integrate any grid device. Combines real-time data with geospatial and asset properties to produce actionable intelligence telling a device or a persona a specific action at a specific time and place to improve the efficiency and reliability of the grid.

### Previous projects

National projects:

- XCEL ENERGY – SMARTGRIDCITY: Consortium that is making Boulder (Colorado), the EEUU first fully integrated Smart grid city. The smart grid will provide energy to approximately 100.000 people.
- PRIME project: (Powerline intelligent metering evolution). The goal of the project is to define, test and develop a framework in which devices interoperate on a fully open physical layer and medium access control layer.

Framework Programme projects:

- OPEN METER
- ADDRESS

### Main collaborators

- Beckwith Electric
- Verizon
- Tendril
- Cisco

### Patents

- System, device and method for communicating over power lines  
Publication info: WO2010053967
- System and method for determining the impedance of a medium voltage power line  
Publication info: US2009115427
- System and method for detecting distribution transformer overload  
Publication info: WO2008057809
- Power line communication and power distribution parameter measurement system and method  
publication info: WO2008057807

Number of patents in espacenet database: 151

## Siemens

### Smart Grids

- High-Voltage Direct Current Transmission (HVDC): Siemens is building the largest capacity HVDC transmission in China – 800 kV through 1.400 km.
- Smart meters devices: Siemens is developing the technology and installing devices in EEUU and Europe.
- Virtual Power Plants: Siemens participates in some projects in Germany to test Virtual power plants.

### Storage technologies

Hydrogen storage

Compressed air energy storage (CAES)

### Previous projects

Framework Programme projects:

- FENIX
- SOLID-DER
- EU-DEEP
- IRENE 40
- MORE MICROGRIDS
- OPENNODE
- TWENTIES

### Shareholders

Shareholder structure by float:

- Free float – 89%
- Siemens family and Treasury shares – 11%

Shareholder structure by investors:

- Private – 16,6%
- Institutional investors – 83,4%

Shareholder geographical structure:

- Germany – 41,6%
- UK – 15,8%
- USA – 15,8%
- Rest of Europe – 26,6%
- Others – 0,2%

### Company size

Key indicators 2009:

- Sales – 76,65 billion €
- Net income – 2,5 billion €
- Employees – 405.000

Siemens operates in:

- Europe
- United States
- South America
- China

- India
- Australia

Siemens has approximately 30.000 people dedicated to R&D activities.

### **Patents**

Siemens has more than 55.000 active patents in 2008 and they have presented approximately 5.000 new ones in 2009.

## SAFT

### Storage technologies

Rechargeable batteries:

- Lithium-ion technology
- Researching in advanced materials, combination or synthesis of new materials.
- Tools for optimizing the

They are launching the development of next generation of li-ion technology by 2010, to be brought to market in two phases, mid 2011 and mid 2012.

### Previous projects

High voltage, dynamic storage:

- Demonstrator of 600 kW delivered in 2009, tested by ABB and ready for installation by EDF Energy UK in Spring.
- Working on development of a large-scale version for industrial production.

Framework Programme projects:

- EU-DEEP
- GROW-DERS
- POMEROL

### Shareholders

Shareholders:

- Management and employees – 3,56%
- Free float – 96,44%

### Main collaborators

Saft holds a significant share in two joint ventures, and play an active role in the management of these companies:

- Johnson Controls-Saft Advanced power solutions: the hybrid and electrical vehicles market, an industry comes to life.
- ASB group: Thermal battery specialist. Saft holds 50 % of the shares in a joint venture with EADS. Manufactures thermal batteries.

### Company size

Saft is divided in two groups, industrial batteries and specialty batteries.

Key indicators 2009

- Total sales – 559,3 million €
  - Industrial battery group (IBG) – 317,7 million €
  - Specialty battery group (SBG) – 241,6 million €
- Decrease in sales – 9,6%
- EBITDA – 101 million €
- Net income – 29,5 million €
- Spend 6,6% gross of turnover on R&D activities.

### Patents

- Lithium-ion battery containing an electrolyte comprising an ionic liquid.  
Publication info: KR20100051771
- Modular battery electronic management system  
Publication info: FR2940547

- Positive electrode material for a lithium ion accumulator  
Publication info: US2010108939
- Current collector for the anode of a primary lithium electrochemical generator  
Publication info: US2010055571
- Electronic system for battery  
Publication info: JP2009183139
- Electrical connection for a storage cell  
Publication info: US2009214943
- Method for battery charging and management  
Publication info: US2009174368
- Battery with charge and discharge management  
Publication info: US2009091296

“Saft Groupe” has 65 patents registered in *espacenet*.

## IONOTEC

### Storage technologies

#### Battery

- Sodium nickel chloride battery – Zebra battery
- Applications: electric vehicles and stationary applications such as utility load levelling and standby power storage.

#### Fuel cells

- Ionotec has supported “Ceres Power” in its development of the intermediate-temperature solid oxide fuel cell.

### Previous projects

#### Framework Programme projects:

- FP4 → Na/S battery 1 MW demonstration

### Patents

- Hermetic joining of ceramic components  
Publication info: WO9842636

## **Acumener**

### **Smart Grids**

Long-term R&D activities:

- Regulation of electrical smart grids

### **Storage technologies**

Short-term

- Elastomechanical composite storage system

Long-term

- Mass production of hydrogen for energy storage

### **Previous projects**

Framework Programme projects:

- ECStor

7<sup>th</sup> ERA-SME

- ECInit

FEDER-IMADE PIE

- ECInvert

### **Company size**

SME

### **Patents**

- Elastodynamic energy accumulator-regulator  
Publication info: US2010090471

## ABB

### Smart Grids

ABB and partners to build a smart grid in Helsinki

- R&D project to test a smart grid in Helsinki
- The district will provide living space for 18.000 people and 10.000 work places.
- The project will incorporate an innovation centre.
- This is the latest ABB's smart grid project.

ABB is leader in High and Medium voltage products. ABB R&D is focused on:

- Flexible AC transmission systems (FACTS)
- High voltage DC solutions (HVDC)
- Network management (SCADA/EMS – Energy management system)
  - Computerized control
  - Cross border interconnection
  - Communication
  - Improving efficiency and reliability
  - Enabling smart grids of the future
- Wide area monitoring systems

### Storage technologies

- Li-ion batteries
- Ni-Cd Batteries
- NaS batteries
- Vanadium redox flow batteries

### Previous projects

Smart grid's projects:

- Smart grid in Helsinki
- Smart grid solutions for the German city Friedrichshafen. With T-Systems and Deutsche Telekom.
- Large-scale smart grid for a new district in Stockholm. The partner is the Nordic utility Fortum.

Energy storage projects:

- Installing a SVC Light with dynamic energy storage (based on Li-Ion batteries) in Hemsby, Norfolk, UK, for large penetration of wind energy. Collaboration with EDF.

Framework programme projects:

- UNIFLEX-PM
- IRENE 40
- ADDRESS
- ADINE
- MORE MICROGRIDS
- ICOEUR

### Shareholders

Shareholders:

- AB, Sweden – 7,1%
- BlackRock – 3%

- Free float – 89,9%

### **Company size**

Key indicators 2009:

- Revenues – 30.969 million \$
- EBIT – 4.126 million \$
- Net income – 2.901 million \$
- Number of employees – 116.000

ABB operates in approximately 100 countries and have structured their global organization in four regions: Europe, Americas, Asia and Middle East – Africa.

ABB manage their business in five divisions: Power products, power systems, automation products, process automation and robotics.

### **Patents**

- Converter circuit with electronically sustained energy storage device in the DC-link circuit.  
Publication info: EP0683560
- Converter circuit and method for operating such a converter circuit.  
Publication info: KR20090033077

ABB has more than 5.000 patents related to power electronics and electricity devices and management.

## Alstom

### Smart Grids

R&D focused on:

- High voltage direct current (HVDC)
- Flexible AC transmission system (FACTS)
- Manage systems to control distributed generation, provide network stability, forecast load and ensure power quality, efficiency and reliability.

### Storage technologies

Alstom is developing a control system for Virtual Power Plants based on renewable sources and storage capacity in urban environment.

### Shareholders

Shareholders:

- Institutional investors – 60%
- Bouygues Telecom – 31%
- Individual shareholders – 7,5%
- Employees – 1,5%

Shareholder geographical structure:

- France – 57%
- North America – 16%
- UK and Ireland – 10%
- Rest of Europe – 13%
- Asia and Middle East – 4%

### Company size

Key figures 2009:

- Sales – 19,65 billion €
- Income from operations – 1,78 billion €
- Net income – 1,22 billion €
- Number of employees – 76.500
- Alstom operates in 70 countries spanning all continents.

### Patents

Alstom has more than 10.000 patents related to power generation, rail transport and power transmission.

- Method for operating an energy storing energy generating plant.  
Publication info: WO2004005685
- Compressed air energy storage system with a heat maintenance system.  
Publication info: WO03078812
- Compressed air energy storage system  
Publication info: US2003177767
- Gas supply control device for compressed air energy storage plant, has bypass line used instead of main line emergency operating mode.  
Publication info: DE10236294

## Gamesa

### Storage technologies

Gamesa launched in 2009 a strategic technology line in electricity storage.

- SUSTAINENERGY: A project that seeks to make available an in-house centralized storage technology of around tens or even hundreds of MWh
- GREENGRID: Verify the feasibility of using millions of pluggable electric or hybrid car batteries that will become available in the future to make up an enormous decentralized virtual battery having capacity of almost 6 GWh in Spain alone, if managed intelligently.

### Previous projects

National projects:

- WINDLIDER: Conduct research on the key technologies needed to design large wind turbines and reduce launch-to-market timescales.

Framework Programme projects:

- RELIAWIND: Reliability in wind turbine design, operations and maintenance in order to achieve greater efficiency and lower maintenance costs.
- FENIX
- WINDGRID
- TWENTIES

### Shareholders

Shareholders:

- Iberdrola S.A. – 14,1%
- BlackRock – 9,01%
- Lolland S.A. – 5%
- Other (all with an ownership interest less than 10%) – 71,89%

### Main collaborators

Técnicas Reunidas

### Company size

Key indicators 2009:

- Revenues – 3.229 million €
- EBITDA – 394 million €
- Net income – 115 million €
- Number of employees – 6.360

Significant events 2009:

- Awarded a new contract to install 104 MW in Romania
- Developed a technology project for the design and automated manufacture of wind turbine blades
- Implement an energy efficiency plan to reduce consumption by 20%
- Construction of the first wind farm in China

Gamesa operates in Europe, North America and China.

## Patents

Gamesa has more than 400 patents. Most of them are related to wind turbines.

- Method and device for preventing the disconnection of an electric power generating plant from the electrical grid.  
Publication info: WO2006003224
- Advanced real-time grid monitoring system  
Publication info: CN101617234
- Wind power installation and method of operating it.  
Publication info: CN101483344

## Cenelec

### Description

CENELEC is the European Committee for Electro-technical Standardization.

Is an association comprised of members who are the National Electro-technical committees of European countries.

New areas of standardization:

- Electric vehicles
- Smart grids
- Smart metering
- Green data centers

### Main collaborators

- COCIR: European coordination committee of the radiological, electro-medical and healthcare IT industry.
- ESMIG: European smart metering industry group.
- T&D Europe: European association of the electricity transmission and distribution equipment and services industry
- EERA: European electronics recyclers association.
- WEEE: Waste electrical and electronic equipment.
- EEPICA: European electrical products certification association.

### Company size

Key indicators 2009:

- Total income – 4.981 million €
- Total expenses – 4.981 million €
- Standards published – 418
- Deliverables published – 450
- Technical meetings – 96
- Total CENELEC standards – 5.666

## ANEXO XI – Glosario y definiciones

### Definiciones

#### **SmartGrid**

Una Red de Distribución Eléctrica Inteligente, según la Plataforma Tecnológica Europea de Smart Grids, es aquella que puede integrar de un modo inteligente el comportamiento de todos los usuarios – generadores, consumidores y aquellos que consumen y generan – para garantizar el suministro de electricidad de forma segura y eficiente.

### Glosario de términos

6PM	Sexto Programa Marco
7PM	Séptimo Programa Marco
AIE, IEA	Agencia Internacional de la Energía
CA	Acción colaborativa
CDTI	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CE	Comisión Europea
CENIT	Consorcio Estratégico Nacional en Investigación Técnica
CP	Proyecto colaborativo
CSA	Acción colaborativa de apoyo
DOE	Departamento de Energía de los Estados Unidos
DSO	Compañía distribuidora
EACI	Agencia Europea para la Competitividad e Innovación
EEA	Agencia Europea de Medio Ambiente
EEGI	Iniciativa Europea de Smart Grids
EERA	Alianza Europea de Investigación en Energía
EII	Iniciativa Industrial Europea
ENDSO	Unión Europea de Compañías distribuidoras
ENTSO	Unión Europea de operadores de red
EREC	Consejo Europeo de las Energías Renovables
FACTS	Red de transporte flexible de corriente alterna
GEI, GHG	Gases de efecto invernadero
GIL	Líneas de transporte aisladas con gas
HVDC	Línea de transporte en corriente continua de alta tensión
I+D	Investigación y desarrollo
IIE	Iniciativa Industrial Europea
IPCC	Panel intergubernamental para el cambio climático
MTOE	Millones de toneladas equivalentes de petróleo

NEDO	Departamento para el desarrollo en energía de Japón
NOE	Red de excelencia
OCDE	Organización para la cooperación y el desarrollo económico
OEE	Organización de estandarización Europea
PANER	Plan de acción nacional de energías renovables
PPP	Partenariado Público-Privado
SET	Subestación eléctrica
SET Plan	Plan estratégico de energía Europeo
SETIS	Sistema de información de tecnologías de energía
STREP	Proyecto de colaboración pequeño
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
TSO	Operadora de red
UE	Unión Europea

## Anexo XII – Bibliografía

- [1] United Nations. (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations framework convention on climate change*. United Nations.
- [2] United Nations. (2009). *National greenhouse gas inventory data for the period 1990-2007*. United Nations, Framework Convention on Climate Change, Copenhagen.
- [3] United States Congress. (2009). *American Recovery and Reinvestment Act*. Law, Washington.
- [4] EU Commission Task Force. (2010). *Functionalities of Smart Grids and smart meters*. Draft, Brussels.
- [5] EU Commission Task Force. (2010). *Recommendations for data safety, data handling and data protection*. Draft, Brussels.
- [6] EU Commission Task Force. (2010). *Roles and Responsibilities of Actors involved in the Smart Grids Deployment*. Draft, Brussels.
- [7] Eurelectric. *Power Choices, Pathways to Carbon-Neutral Electricity in Europe by 2050*. Brussels.
- [8] European Union. (2007). Treaty of Lisbon. *Official Journal of the European Union*, 50, 231.
- [9] European Council. (2006). Decision concerning the specific Programme "Cooperation" implementing the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities. *Official Journal of the European Union*, L 400, 157.
- [10] European Commission. (2007). *Una política energética para Europa*. Brussels.
- [11] European Commission. (2008). *A European Economic Recovery Plan*. Brussels.
- [12] European Commission. (2009). *ICT for a Low Carbon Economy, Smart Electricity Distribution Networks*. Brussels: Office for Official Publications of European Communities.
- [13] European Commission. (2009). *Investing in the Development of Low Carbon Technologies*. Communication, Brussels.
- [14] European Commission. (2009). *Investing in the Development of Low Carbon Technologies, A Technology Roadmap*. Communication, Brussels.
- [15] European Commission. (2010). *Report from the Commission on the implementation of the European Energy Programme for Recovery*. Brussels.
- [16] European Commission. (2009). *Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan*. Luxembourg.
- [17] European Parliament and Council. (2006). Decision concerning the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007-2013). *Official Journal of the European Union*, L 412, 41.
- [18] European Renewable Energy Council. (2010). *Rethinking 2050*. Brussels.
- [19] Department of Energy. (2007). *Basic Research Needs for Electrical Energy Storage*. Department of Energy, Office of Sciences, Washington.

- [20] Department of Energy. (2009). *Energy Storage R&D progress report*. Annual Report, Department of Energy, Washington.
- [21] IDAE. (2007). *Plan de Acción 2008-2012*. Madrid.
- [22] Inage, S. I. (2009). *Prospects for Large-Scale Energy Storage in Decarbonised Power Grids*. International Energy Agency, Paris.
- [23] International Energy Agency. (2010). *Energy Technology Perspectives 2010*. International Energy Agency, Paris.
- [24] Japanese Government. (2006). *New National Energy Statregy*.
- [25] NEDO. (2009). *Energy and Environment Technologies*. NEDO, Tokio.
- [26] NEDO. (2009). *Japanese Technologies for Energy savings/GHG Emissions Reduction*. Kyoto Mechanisms Promotion, Kawasaki.
- [27] Ministerio de Industria. (2010). *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España 2011-2020*. Madrid.
- [28] PPP Future of Internet. (2010). *Future Internet Strategic Research Agenda*. SRA.
- [29] PPP Green Cars. (2009). *European Roadmap Electrification of Road Transport*. Roadmap, Berlin.
- [30] Smart Grids Platform. (2006). *Vision and strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*. Report, Luxembourg.
- [31] Smart Grids Platform. (2007). *Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future*. SRA, European Platform, Brussels.
- [32] The European Electricity Grid Initiaitve . (2010). *Roadmap 2010-2018 and Detailed Implementation Plan 2010-12*.