



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280



Universidad
Zaragoza



rewind
renewable energy
in the wine industry

Curso extraordinario Universidad de Zaragoza

**Energía renovable, electricidad e hidrógeno:
presente y futuro de la energía
en el medio rural y la maquinaria agrícola**

Huesca, 30 junio-1 julio 2016

Curso

“Sostenibilidad energética en el sector agropecuario: el caso vitivinícola”

Patrocinadores



Curso

**Energía renovable, electricidad e hidrógeno:
presente y futuro de la energía en el medio rural y la maquinaria agrícola**

Diseño de generación renovable para el medio rural

Ponente: Javier Carroquino
javier.carroquino@unizar.es



Universidad
Zaragoza



1. Sostenibilidad



Campo de Dalías, Almería (50 km longitud)



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Concepto de sostenibilidad

RAE

- Sostenibilidad. cualidad de sostenible
- Sostenible. Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.
- Sostenible. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente.

María Moliner (2ª edición, 2004)

- Susceptible de ser sostenido o mantenido. Se aplica sobre todo al desarrollo económico o a la evolución de una sociedad compatible con los recursos de que dispone.

Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Informe Brundtland), ONU, 1987, “Nuestro futuro común”.

- El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Analizando: un concepto polifacético

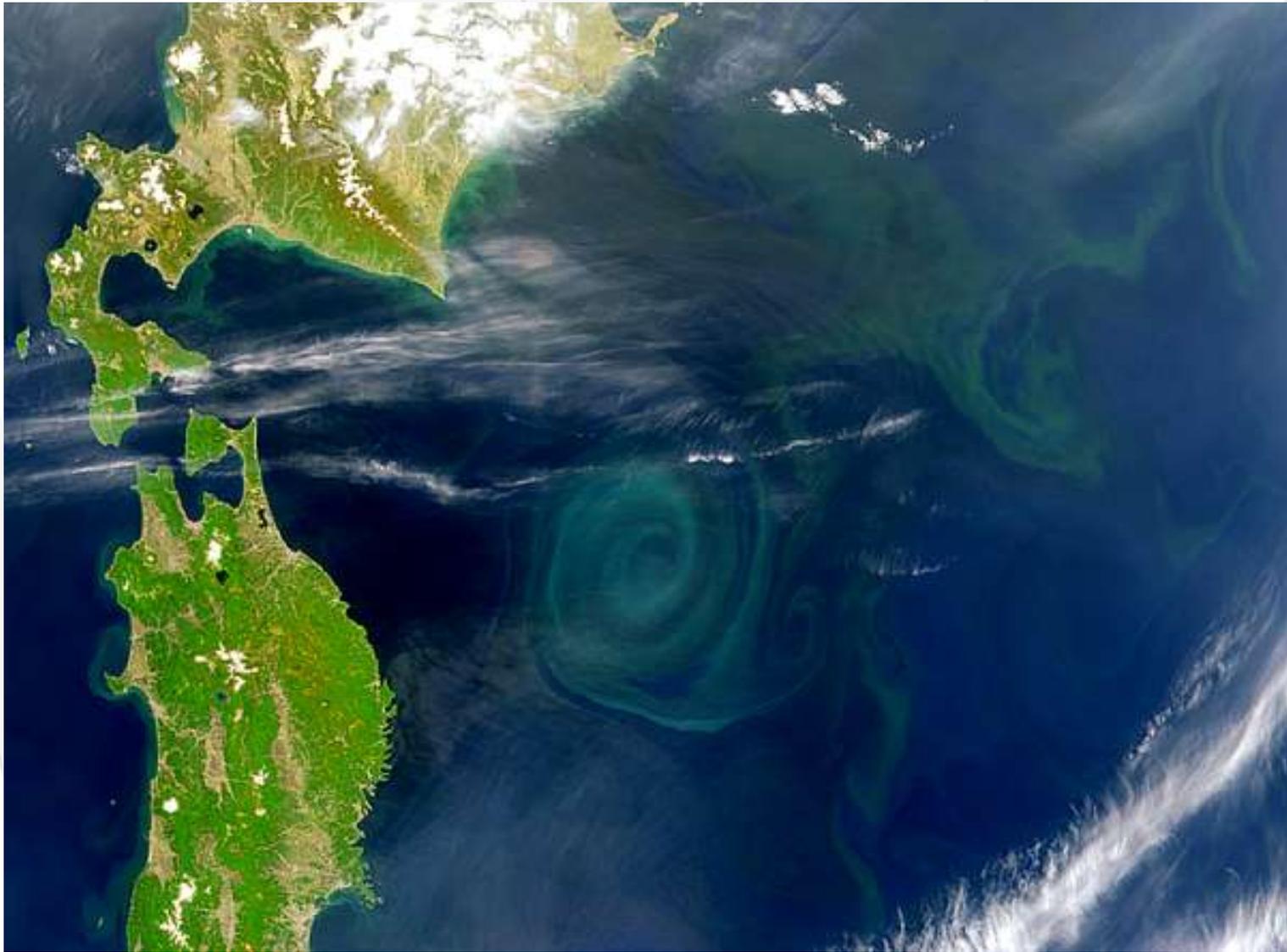
- a) Pérdida de biodiversidad
- b) Degradación del ambiente
- c) Contaminación
- d) Agotamiento de los recursos
- e) El calentamiento global
- f) Inequidad

Pérdida de biodiversidad

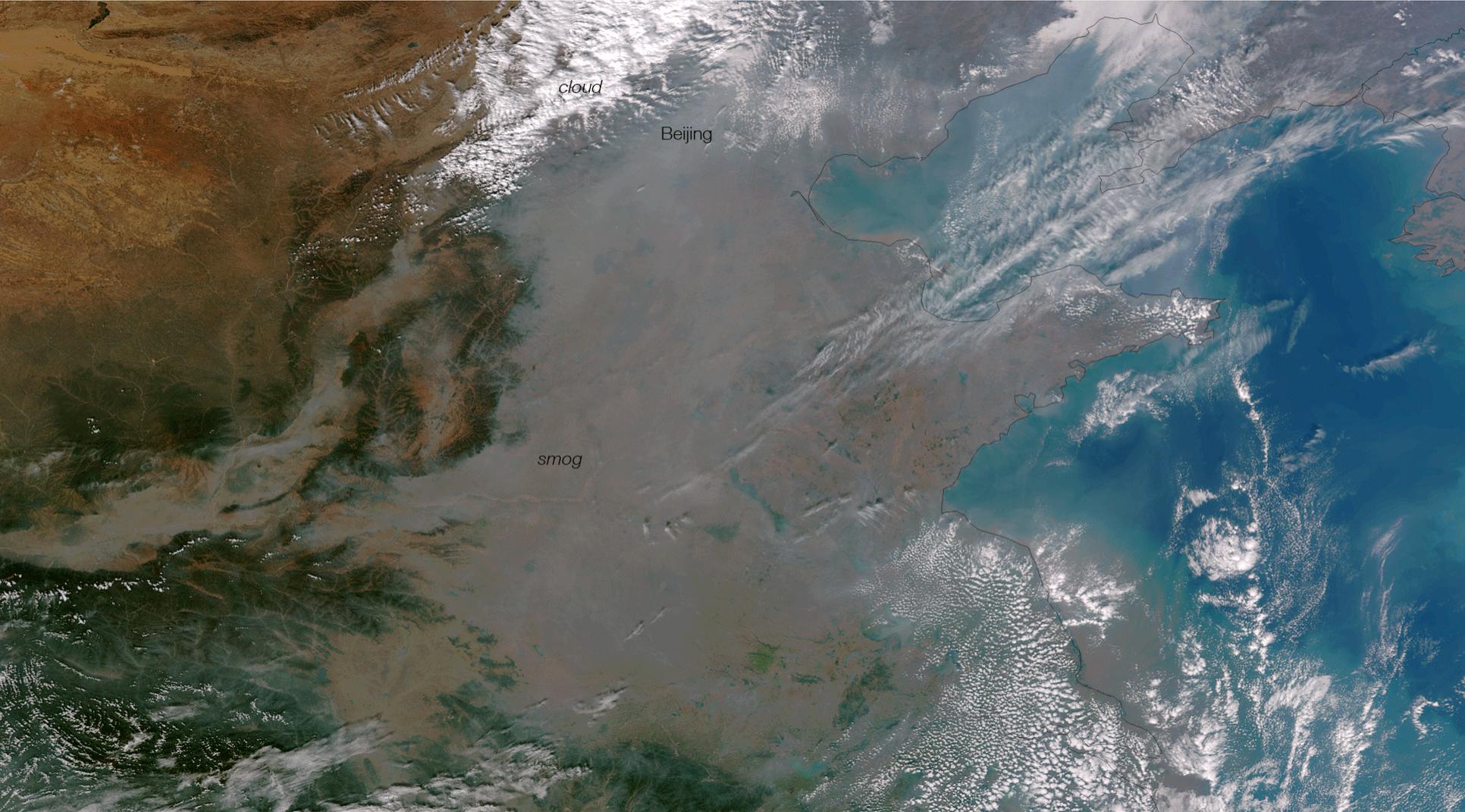


No existen cifras globales fiables, pero sí consenso en considerarlo un gravísimo problema

Degradación del ambiente



Contaminación

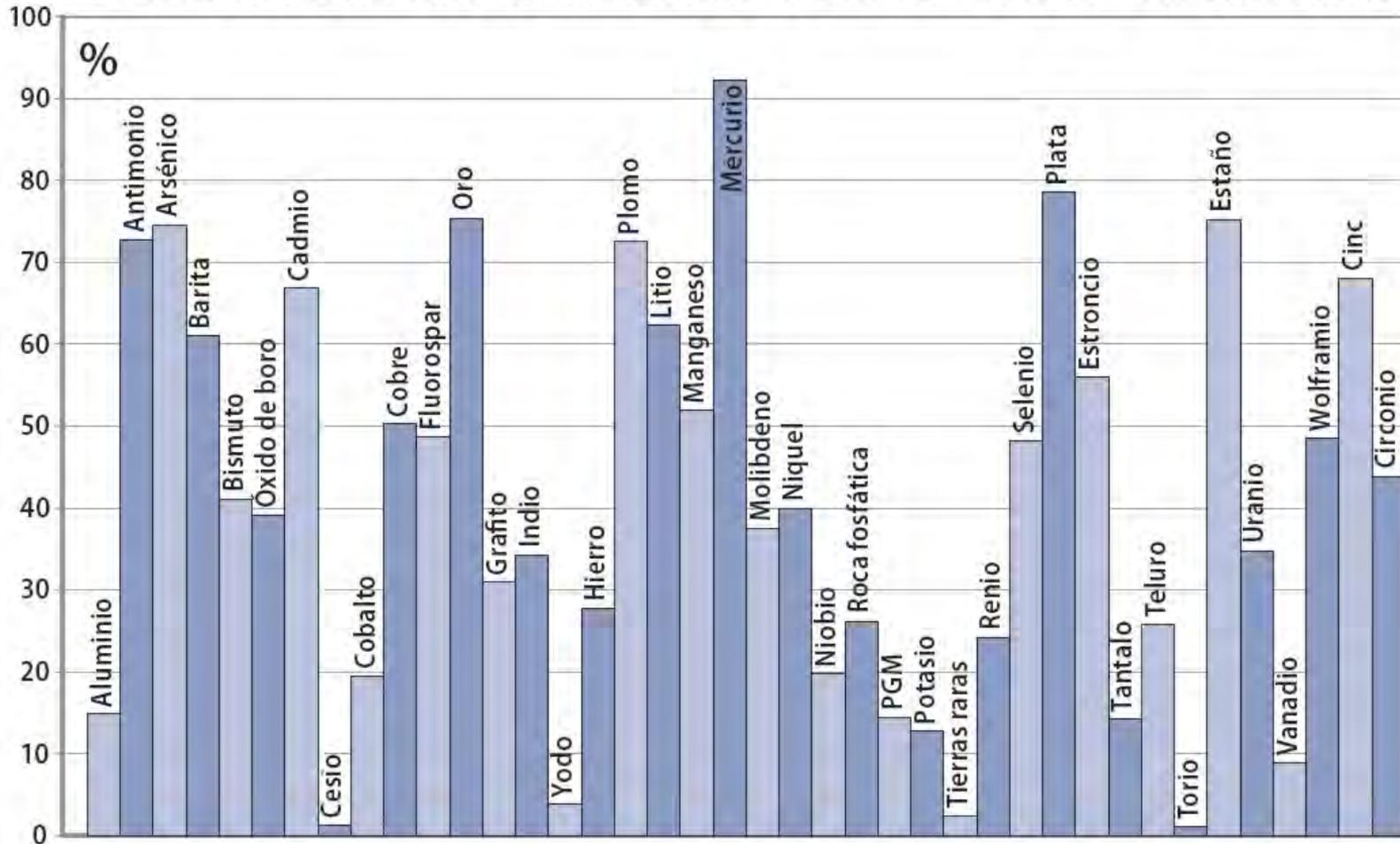


The thick haze of smog is clearly visible as the murky grey color in this true color VIIRS image from the Suomi NPP satellite, taken on October 22, 2013 at 05:30 UTC

Source: NASA / NOAA

El agotamiento de los recursos

GRADO DE AGOTAMIENTO EN PORCENTAJE DE LOS PRINCIPALES MINERALES NO ENERGÉTICOS



Fuente: Alicia Valero y Antonio Valero

EL PAÍS

SOCIEDAD

Rajoy cuestiona el cambio climático y afirma que no puede convertirse en el "gran problema mundial"

El líder del PP alude a un primo suyo científico para restar importancia al calentamiento global

EUROPA PRESS / ELPAIS.COM | Palma de Mallorca / Madrid | 22 OCT 2007 - 23:15 CET

LA VANGUARDIA

Martes, 14 de julio 2015

Obama reitera que negar cambio climático pone en riesgo la seguridad de EEUU

Vida | 20/05/2015 - 19:43h

Washington, 20 may (EFE).- El presidente de EEUU, Barack Obama, reiteró hoy que negar la existencia del cambio climático o rechazar las medidas para combatirlo "pone en riesgo" la seguridad nacional y afectará a la capacidad de las Fuerzas Armadas para defender al país.

MUNDO

Los combustibles fósiles reciben más subsidios que la energía renovable

Richard Anderson

BBC

🕒 2 mayo 2014

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA en sus siglas en inglés), en 2012 los subsidios a combustibles fósiles ascendieron a US\$544.000 millones, mientras que los subsidios a la energía renovable fueron de US\$101.000 millones.

Algo sencillo y evidente: las externalidades

Las externalidades son efectos económicos colaterales que no se expresan en un precio, es decir, que son externos al mercado.

Si una empresa contamina el ambiente, arrojando residuos a un río, por ejemplo, su actividad produce entonces una externalidad negativa sobre quienes habitan cerca del mismo o utilizan sus aguas para pescar.

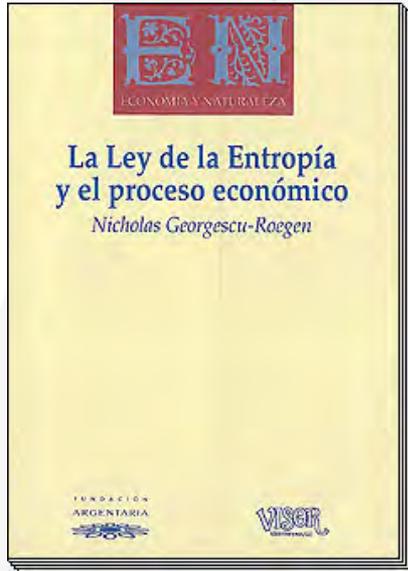
Si una persona coloca una obra de arte en su jardín, a la vista de todos los que pasen por la calle, produce entonces en los transeúntes una externalidad de signo positivo, pues estos podrán disfrutar del bien sin haber tenido que pagar por ello.

Y sin embargo, no asumido



La Ley de la Entropía y el Proceso Económico (1971)

Nicholas Georgescu-Roegen

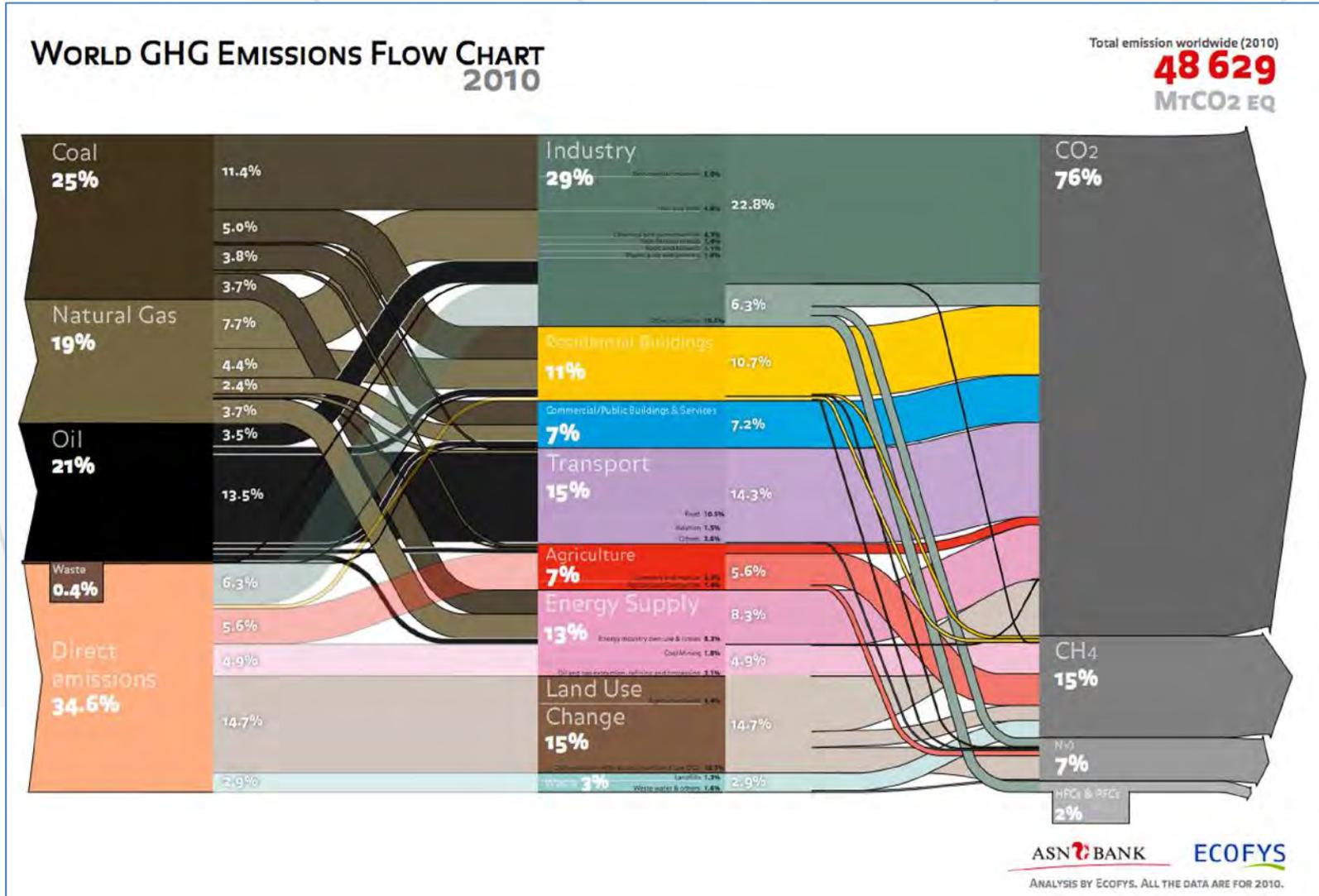


Entropía, exergía

Termoeconomía

La actividad económica no puede ser descrita adecuadamente sin tener en cuenta las implicaciones de la segunda ley de la termodinámica

2. Energía

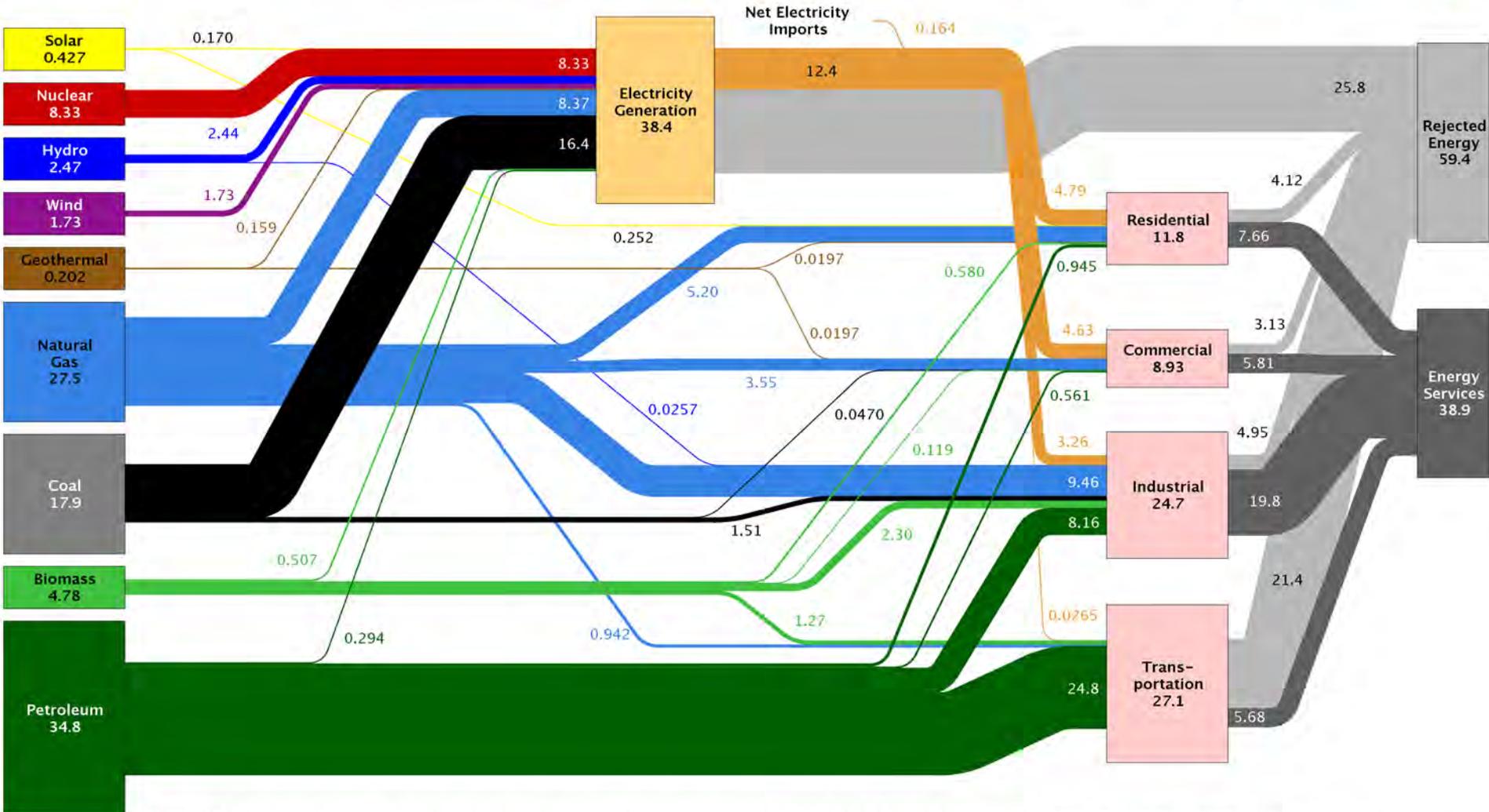


Proyecto cofinanciado por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

La energía

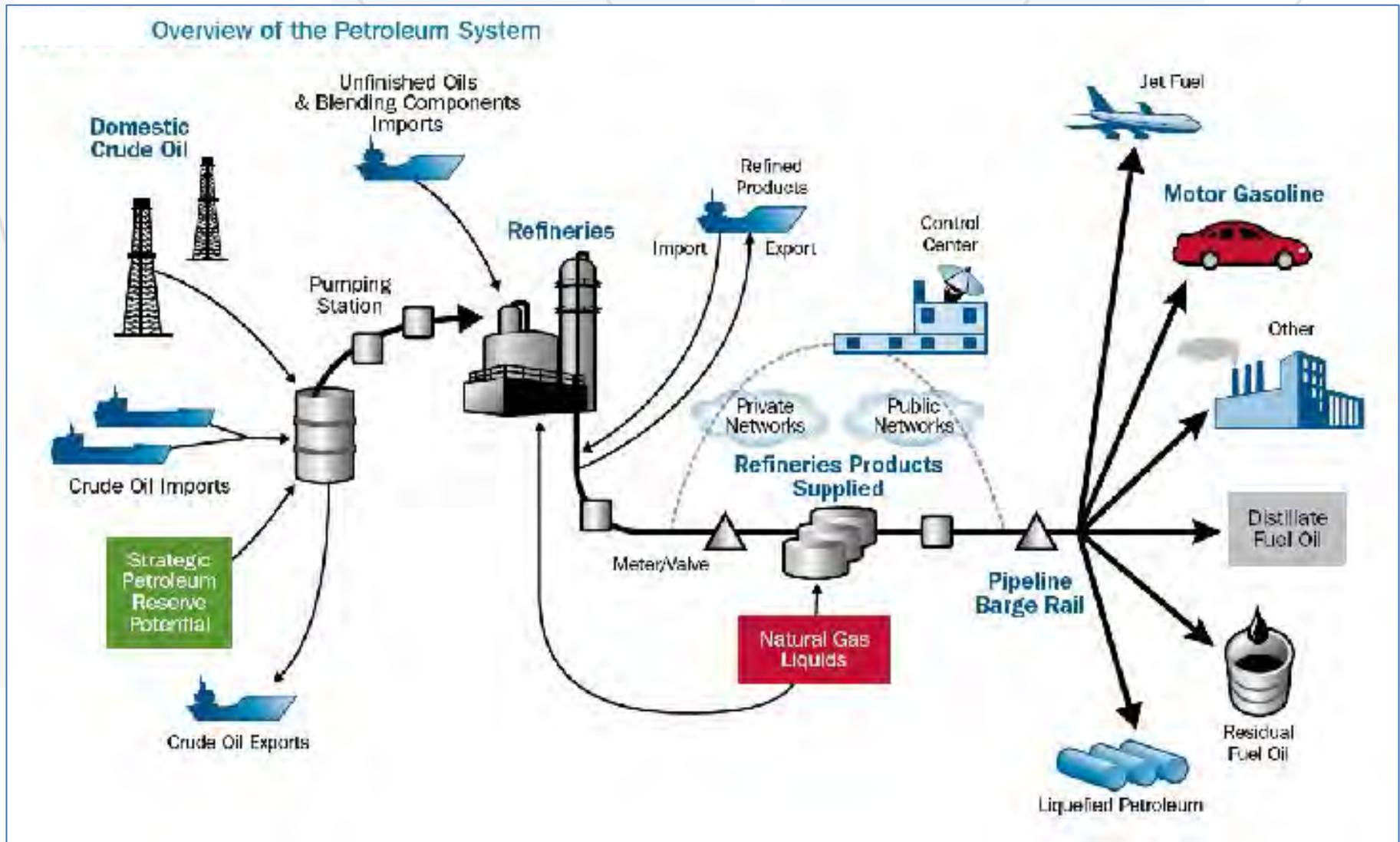
- a) El aprovechamiento de la energía
- b) Los sistemas centralizados
- c) La dependencia energética
- d) ¿Falta o sobra electricidad en España?
- e) Recursos fósiles y renovables

Estimated U.S. Energy Use in 2014: ~98.3 Quads



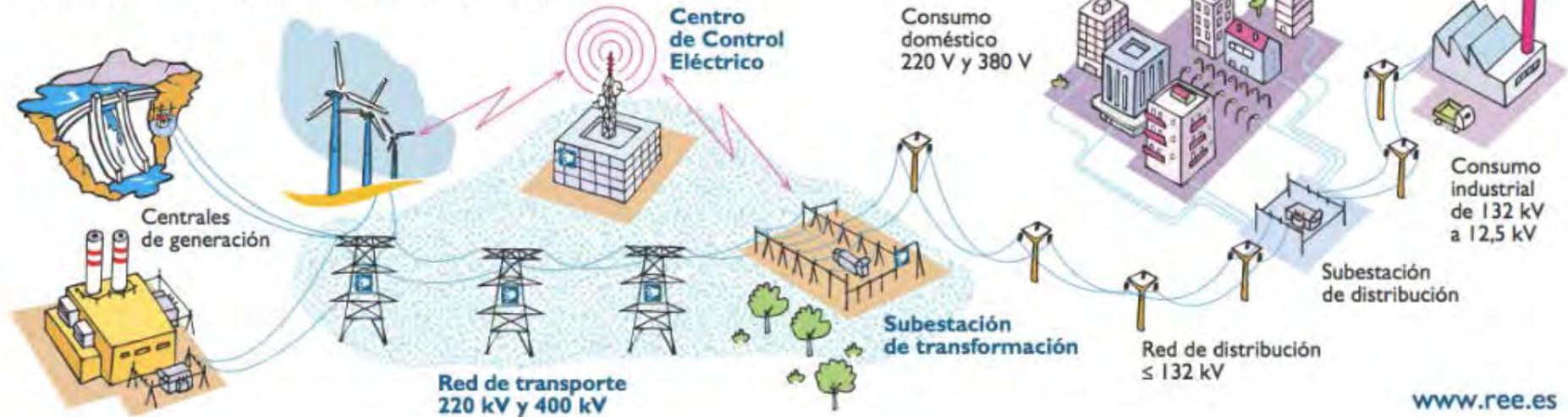
Source: LLNL 2015. Data is based on DOE/EIA-0035(2015-03), March, 2014. If this information or a reproduction of it is used, credit must be given to the Lawrence Livermore National Laboratory and the Department of Energy, under whose auspices the work was performed. Distributed electricity represents only retail electricity sales and does not include self-generation. EIA reports consumption of renewable resources (i.e., hydro, wind, geothermal and solar) for electricity in BTU-equivalent values by assuming a typical fossil fuel plant "heat rate." The efficiency of electricity production is calculated as the total retail electricity delivered divided by the primary energy input into electricity generation. End use efficiency is estimated as 65% for the residential and commercial sectors 80% for the industrial sector, and 21% for the transportation sector. Totals may not equal sum of components due to independent rounding. LLNL-MI-410527

El sistema centralizado: petróleo



La red actual: un sistema centralizado

Red Eléctrica opera y supervisa en tiempo real las instalaciones de generación y de transporte del sistema eléctrico español.

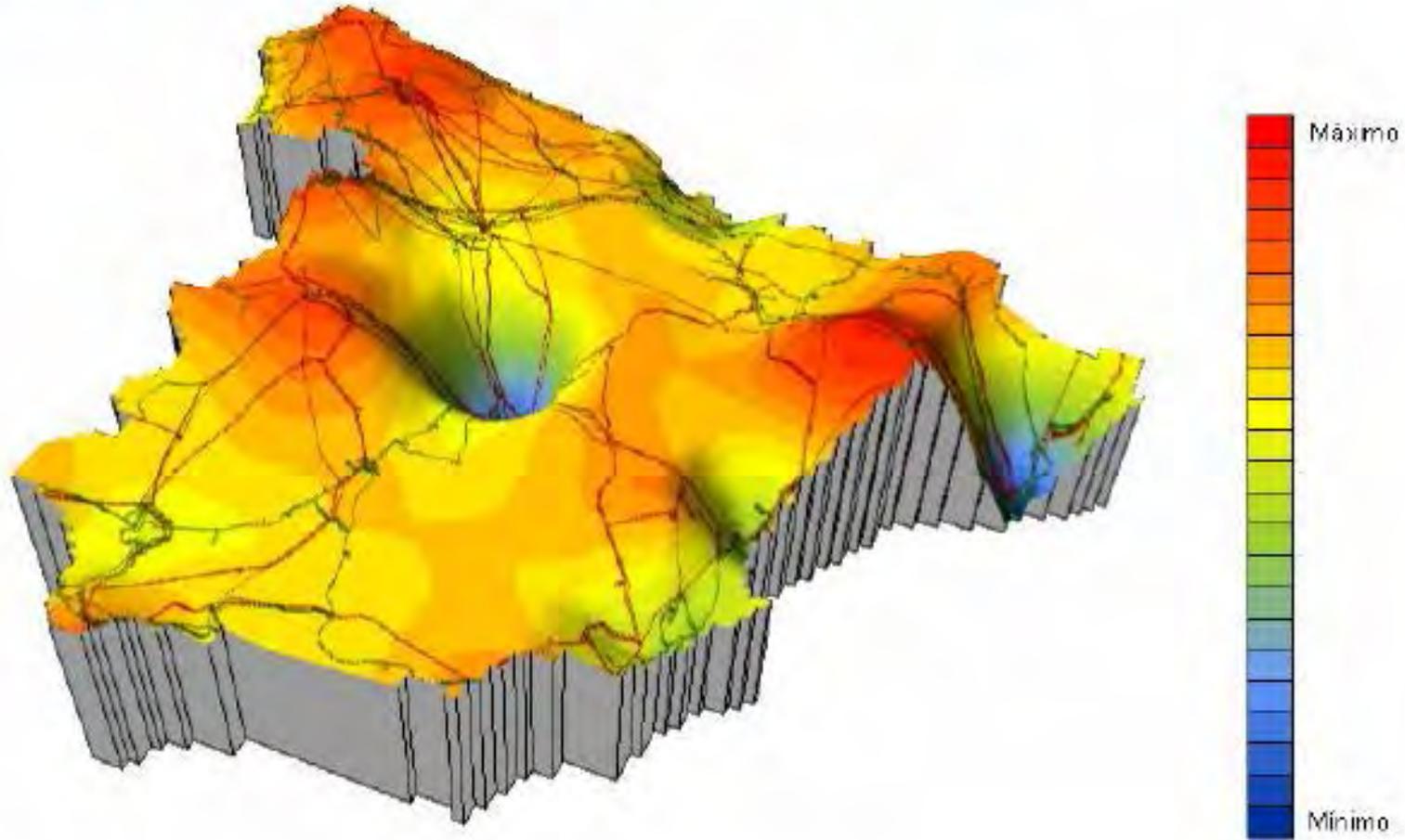


- Generadores de grandes dimensiones por motivos económicos, logísticos y ambientales.
- Transporte en red.
- Gestión centralizada de la producción.
- Potencia de generación instalada peninsular: 100,101 GW; máximo de consumo: 40,192 GW.
- Balance exportación-importación: + 133 GWh.

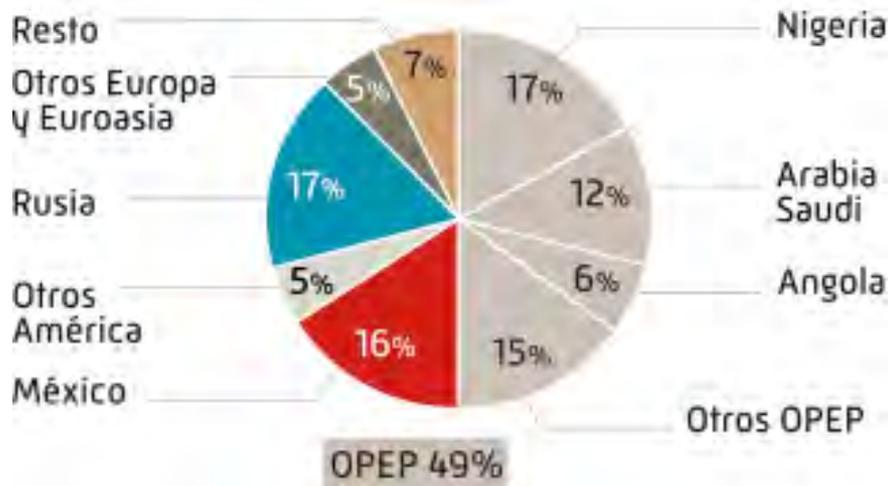
Fuente REE datos 2015

Geografía de la generación y el consumo

Desequilibrios Generación - Demanda

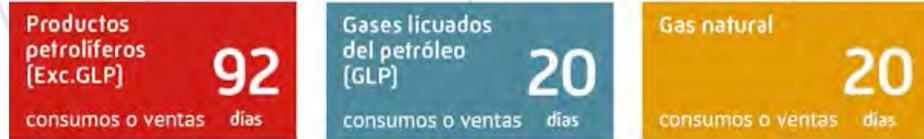


Dependencia energética



Autoabastecimiento de España: 0,23%

Existencias mínimas de seguridad de hidrocarburos

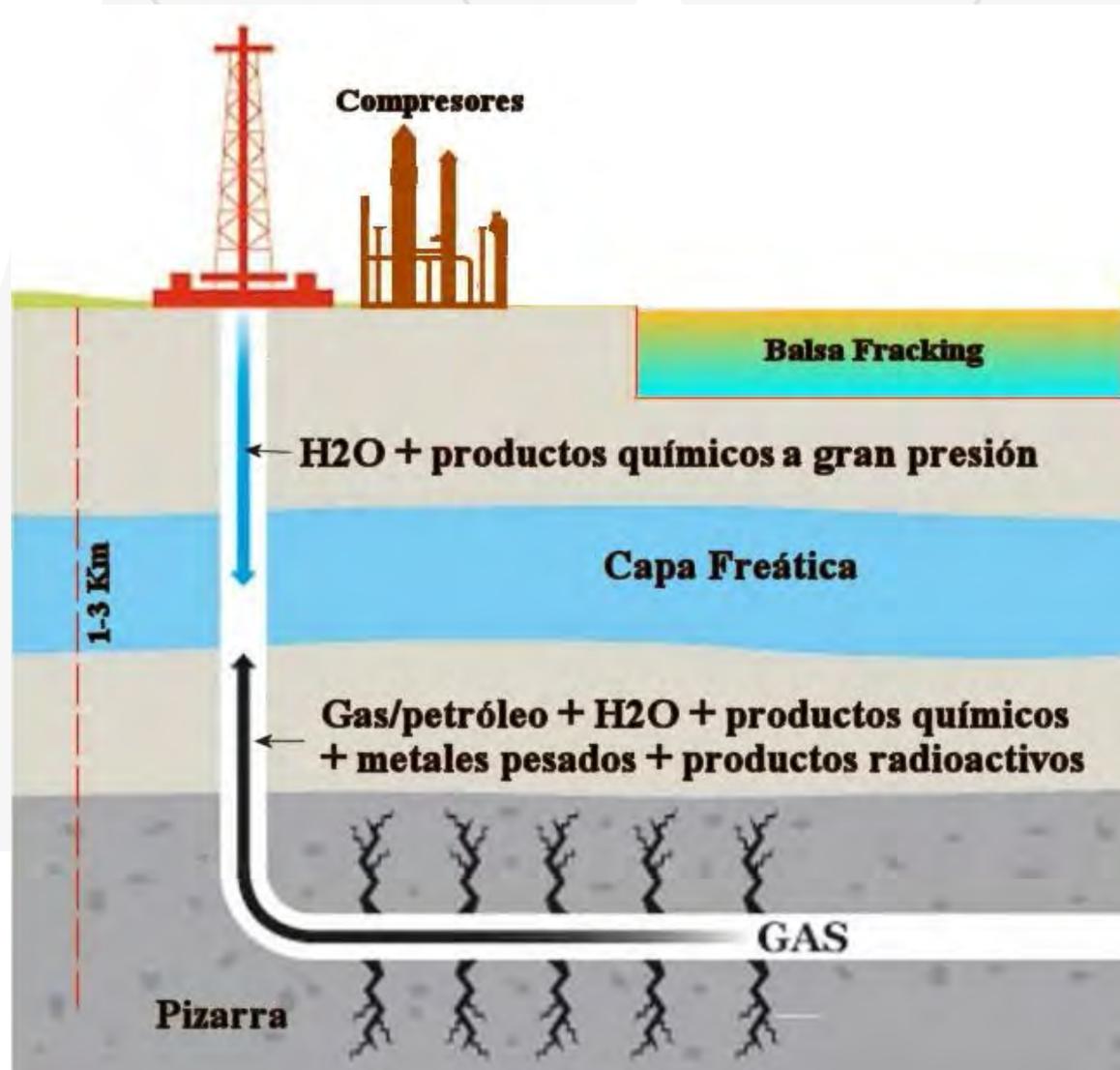


Quién debe mantener las existencias mínimas de seguridad de hidrocarburos



Fuente: Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES)

Un intento de prolongar el modelo de negocio: el fracking



Recursos fósiles y renovables (I)

Fósiles:

Para su producción han sido necesarios millones de años, por lo que se consideran no renovables. Excepto el carbón, están muy desigualmente repartidos en el planeta.

- Carbón: CO₂, muy contaminante, extracción peligrosa (minas), abundante.
- Petróleo: CO₂, yacimientos muy desigualmente repartidos. Ya relativamente escaso.
- Gas natural: CO₂.
- Uranio: residuos, peligroso, impopular, no existen grandes reservas.

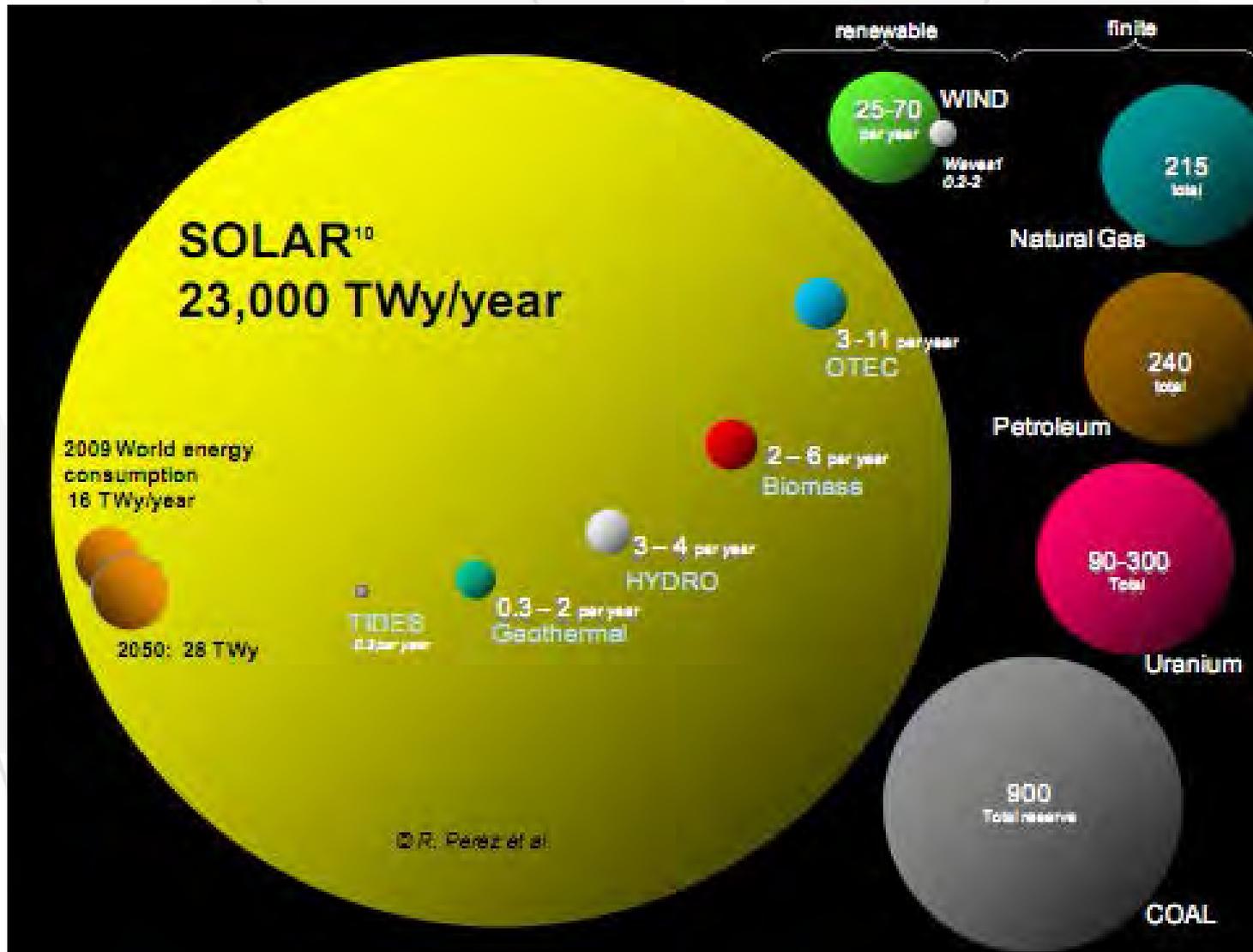
Renovables:

Se renuevan de tal forma que no existe riesgo de agotamiento.

Se encuentran repartidos y presentes prácticamente en todas las ubicaciones.

- Hidráulica
- Biomasa
- Solar
- Eólica
- Geotérmica
- Maremotriz

3. Energía renovable

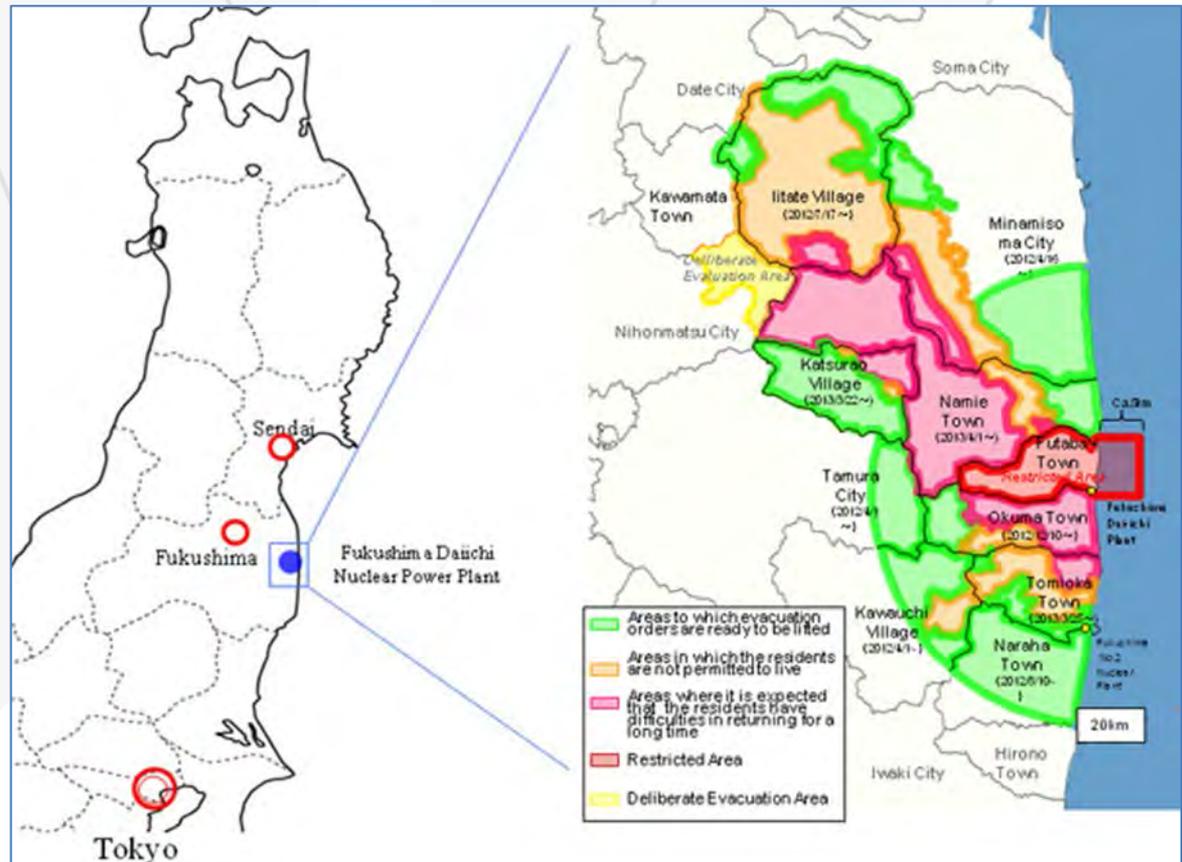


Producción de energías renovables

- a) ¿Es cara la energía renovable?
- b) Tipos de generación renovable
- c) Los problemas de la energías renovables
- d) Red, autoconsumo y aislada

¿Es cara la energía renovable?

- Las primas
- El carbón
- Los residuos nucleares
- Los riesgos
- El gas: las centrales de ciclo combinado
- El transporte y la distribución
- Las externalidades

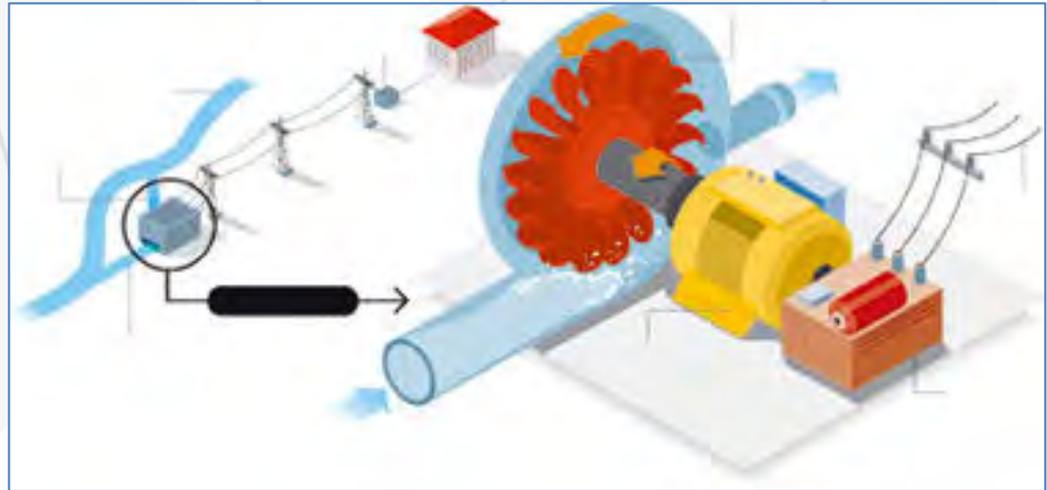


Estimación de coste: entre 250.000 y 500.000 millones \$

Energía Hidráulica

Gran hidroeléctrica:

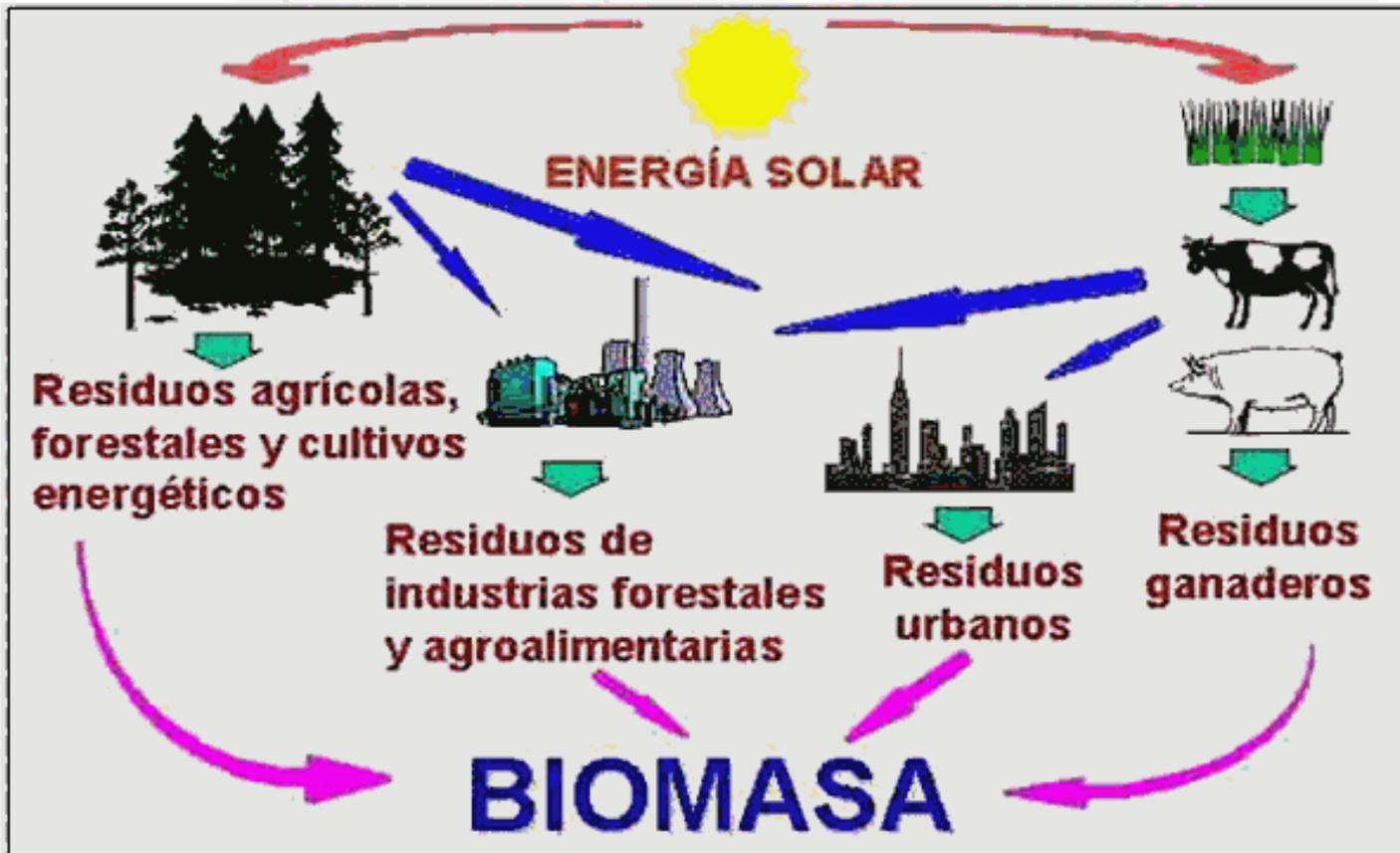
- Por la gran obra civil necesaria y las afecciones al territorio y al cauce, su sostenibilidad es cuestionable
- En España está cerca de su utilización máxima
- Es regulable



Mini hidroeléctrica:

- Aprovecha pequeños saltos y caudales
- No es apta para regulación
- Ubicaciones muy específicas

Biomasa (I): Residuos



- Su utilización facilita la eliminación de residuos y sus problemas derivados
- Pese a tratarse de una combustión, el CO₂ emitido no aumenta el balance atmosférico
- Aún no está resuelto en general su circuito de abastecimiento

Biomasa (II): Biocombustibles



- El rendimiento por superficie de los cultivos energéticos es muy bajo
- El monocultivo obliga a explotaciones poco respetuosas con el medio y la biodiversidad
- Compiten o desplazan a los cultivos para alimentación, encareciéndola
- Segunda generación y tercera generación aún no rentables

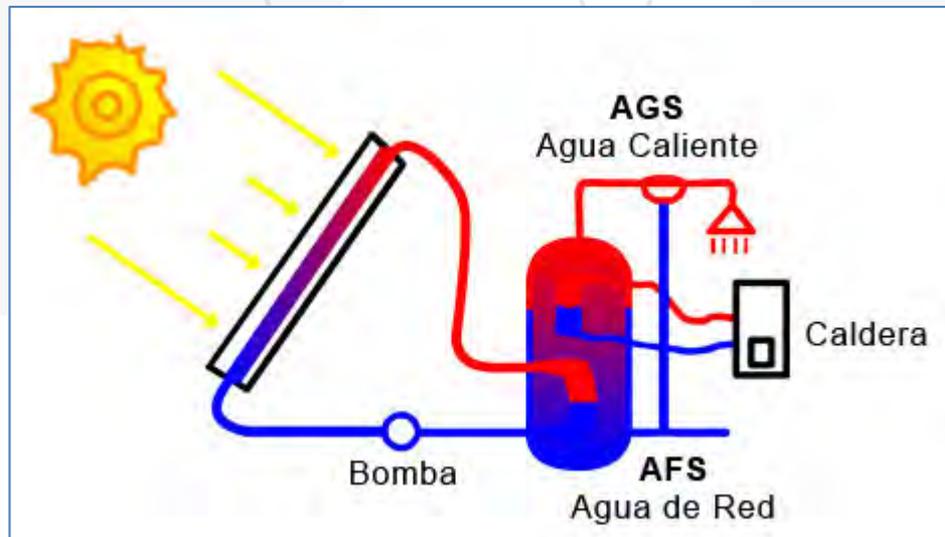
Eólica

- Recurso evoluciona de forma incontrolable
- Tecnología relativamente madura
- Tendencia a macro-generadores off-shore
- Minieólica aún en desarrollo



Solar térmica

- Recurso (y producción) diurna, pero de fácil acumulación y auxiliada por caldera
- Muy utilizada para ACS en edificios, normativa CTE
- Tecnología madura



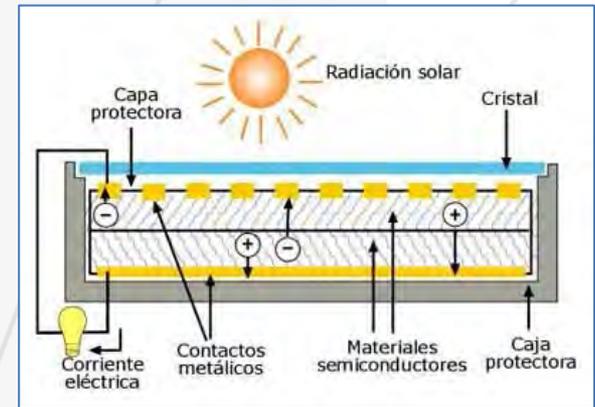


Solar termoeléctrica

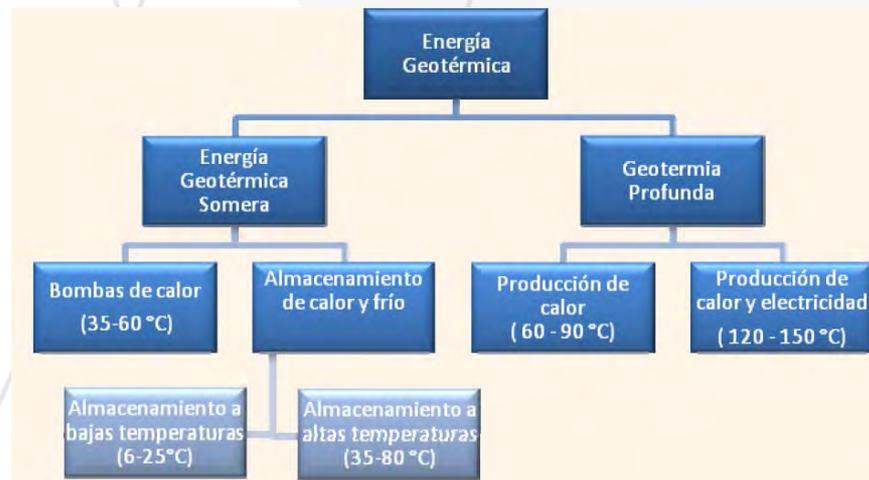
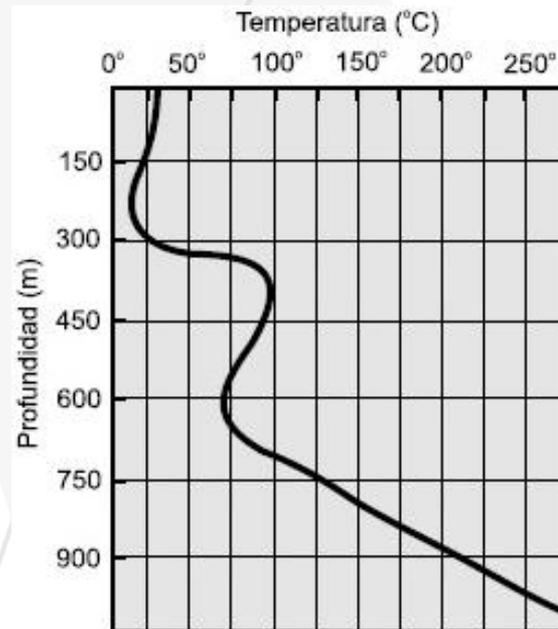
- Produce energía eléctrica generalmente a gran escala (centralizada)
- Se suele combinar con quemadores de gas
- Tecnología en evolución

Solar fotovoltaica

- Produce energía eléctrica directamente
- Completamente escalable
- Recurso y producción variable, requiere acumulación
- Tecnología en evolución y con mucho recorrido aún

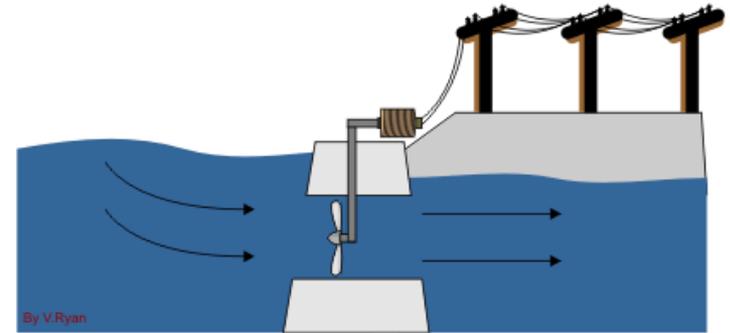


Geotérmica



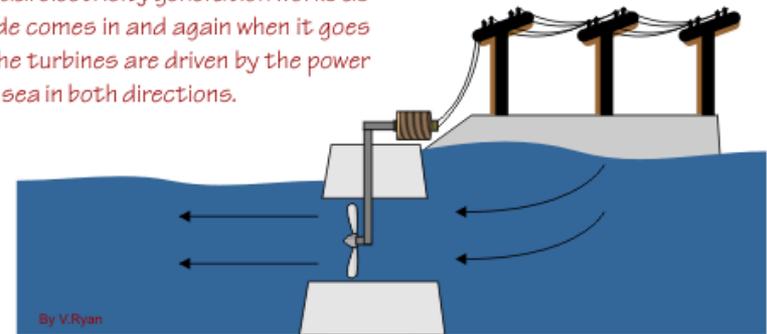
Mareomotriz

Tecnología en evolución



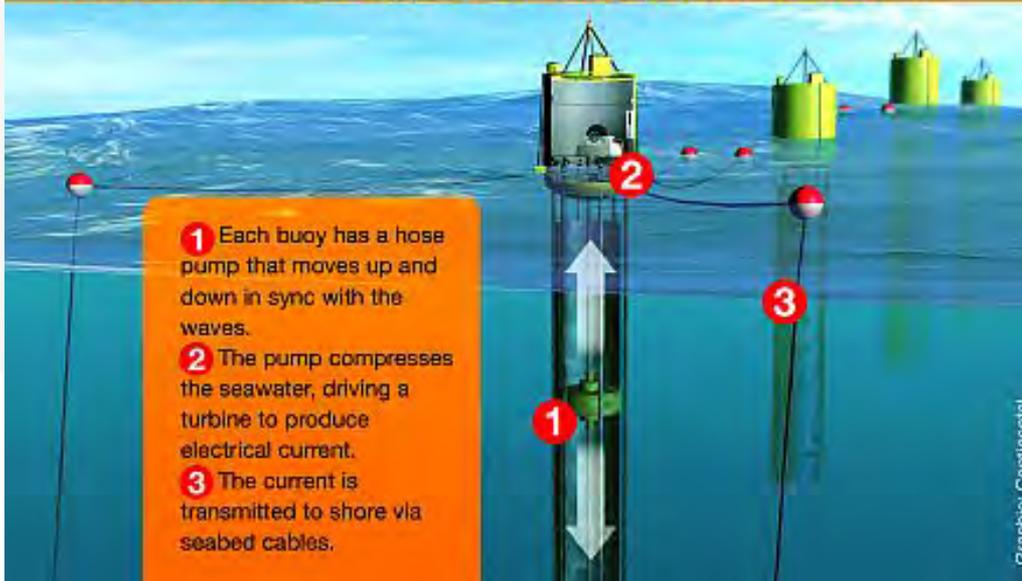
TIDE COMING IN

This tidal electricity generation works as the tide comes in and again when it goes out. The turbines are driven by the power of the sea in both directions.



TIDE GOING OUT

Floating wave farms: Hose pump technology from Continental supplies electricity from the ocean



- 1 Each buoy has a hose pump that moves up and down in sync with the waves.
- 2 The pump compresses the seawater, driving a turbine to produce electrical current.
- 3 The current is transmitted to shore via seabed cables.

Los problemas de las energías renovables

Problemas:

- La adaptación a la demanda
- La dificultad de almacenar energía
- La inversión inicial

No son problemas, sino todo lo contrario:

- El coste a largo plazo
- La fiabilidad
- El mantenimiento
- La limpieza

Generación renovable: tres configuraciones



- Se ubica donde está el máximo recurso
- Maximiza la energía producida
- No incorpora acumulación*

Vertido a red



- Se ubica en la propia instalación
- Maximiza la rentabilidad
- Puede incorporar acumulación*

Autoconsumo



- Se ubica junto al consumo
- Maximiza la satisfacción de la demanda
- Incorpora acumulación

Aislada

4. En el medio rural



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

Líneas eléctricas



Generadores Diésel:

- Coste de operación
- Mantenimiento
- Suciedad
- Ruido
- Emisiones



Maquinaria agrícola



5. Los recursos renovables



Estación de medida. Viñedo San Marcos, Viñas del Vero



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Geografía del recurso eólico (80 m)

MAPA EÓLICO DE ESPAÑA

Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Geografía del recurso eólico (30 m)

MAPA EÓLICO DE ESPAÑA

Velocidad Media Anual a 30 m de altura



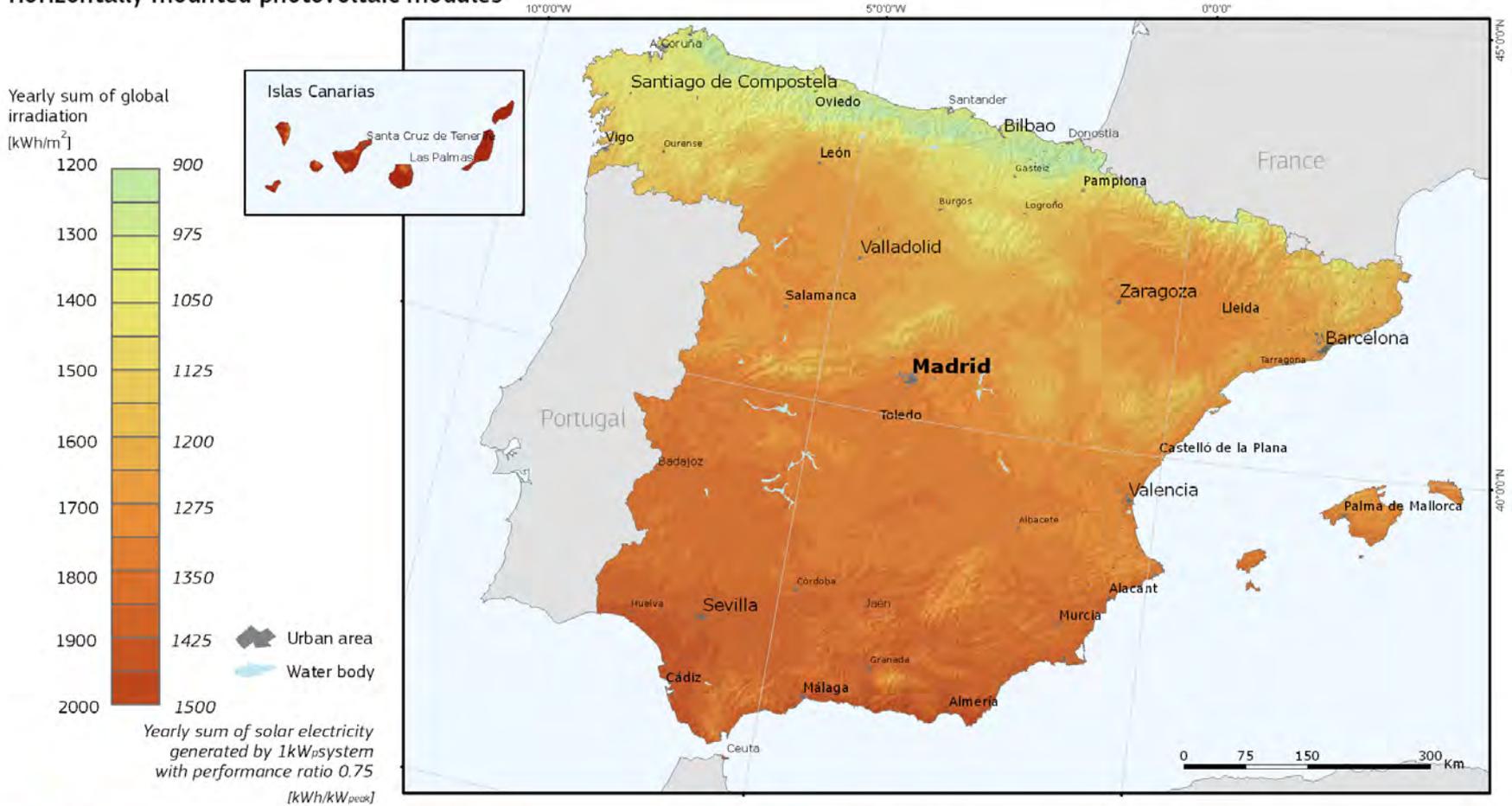
Geografía del recurso solar



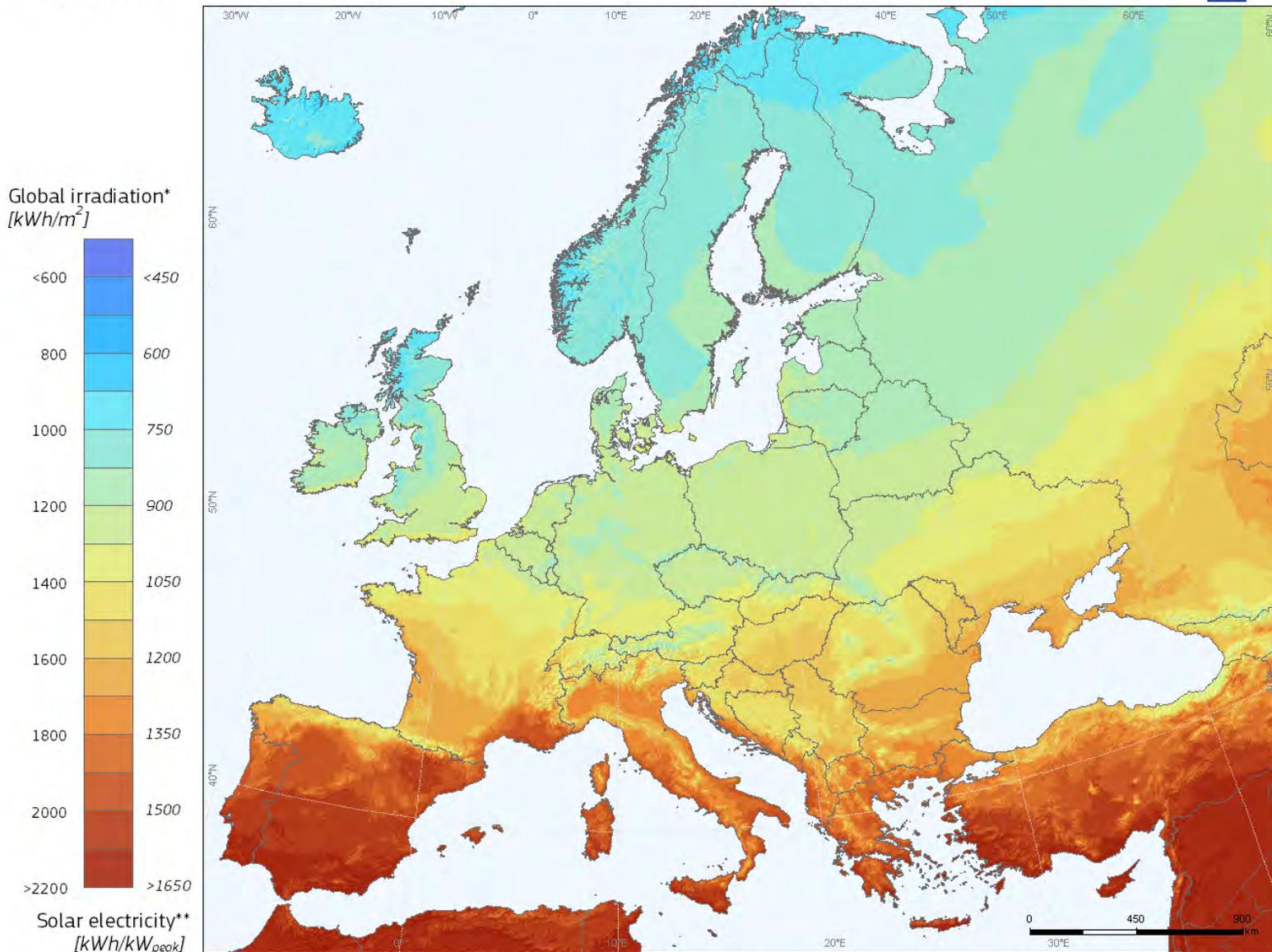
Global irradiation and solar electricity potential

Horizontally mounted photovoltaic modules

SPAIN / ESPAÑA



Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

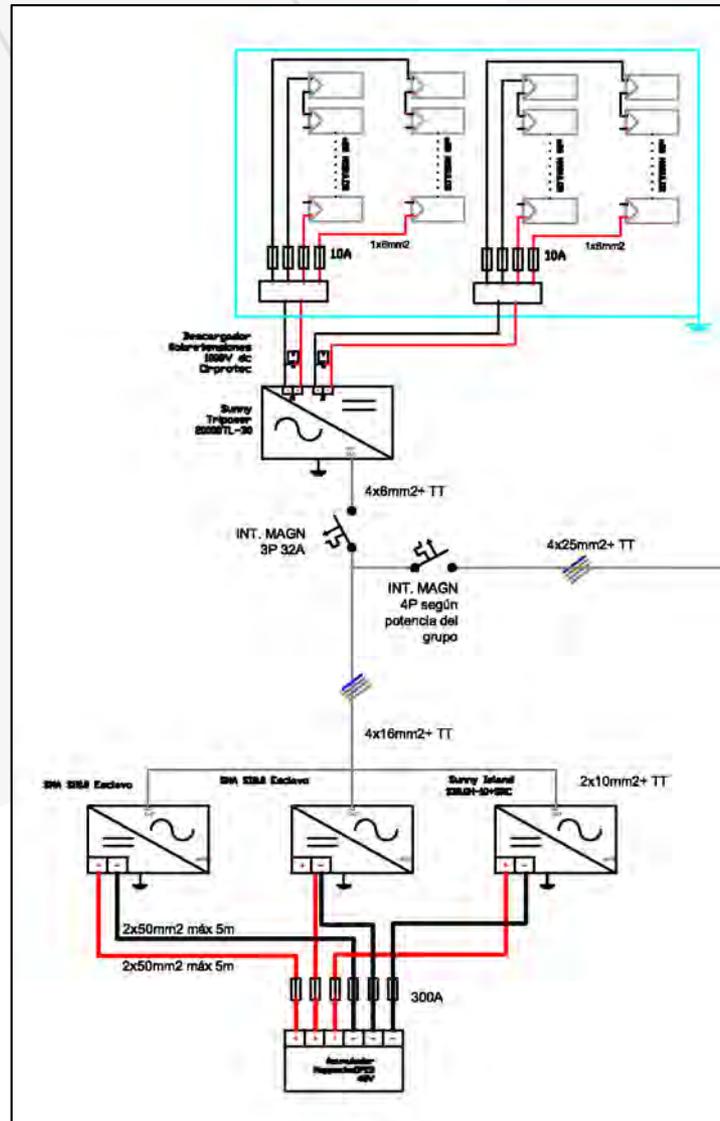
**Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW_p system with a performance ratio of 0.75

© European Union, 2012
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
EC - Joint Research Centre
In collaboration with: CM SAF, www.cmsaf.eu

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

6. Diseño de la generación



Eficiencia

- Bombas
- Conducciones
- Punto de trabajo
- Tarifas red
- Conexión
- Potencia generador
- Factor de potencia
- Arranque de motores

Demanda energética

- Estacionalidad
- Horario
- Predictibilidad
- Variabilidad
- Simultaneidad
- Diferible o no
- Prioridad
- ¿Uso crítico?
- Costumbre

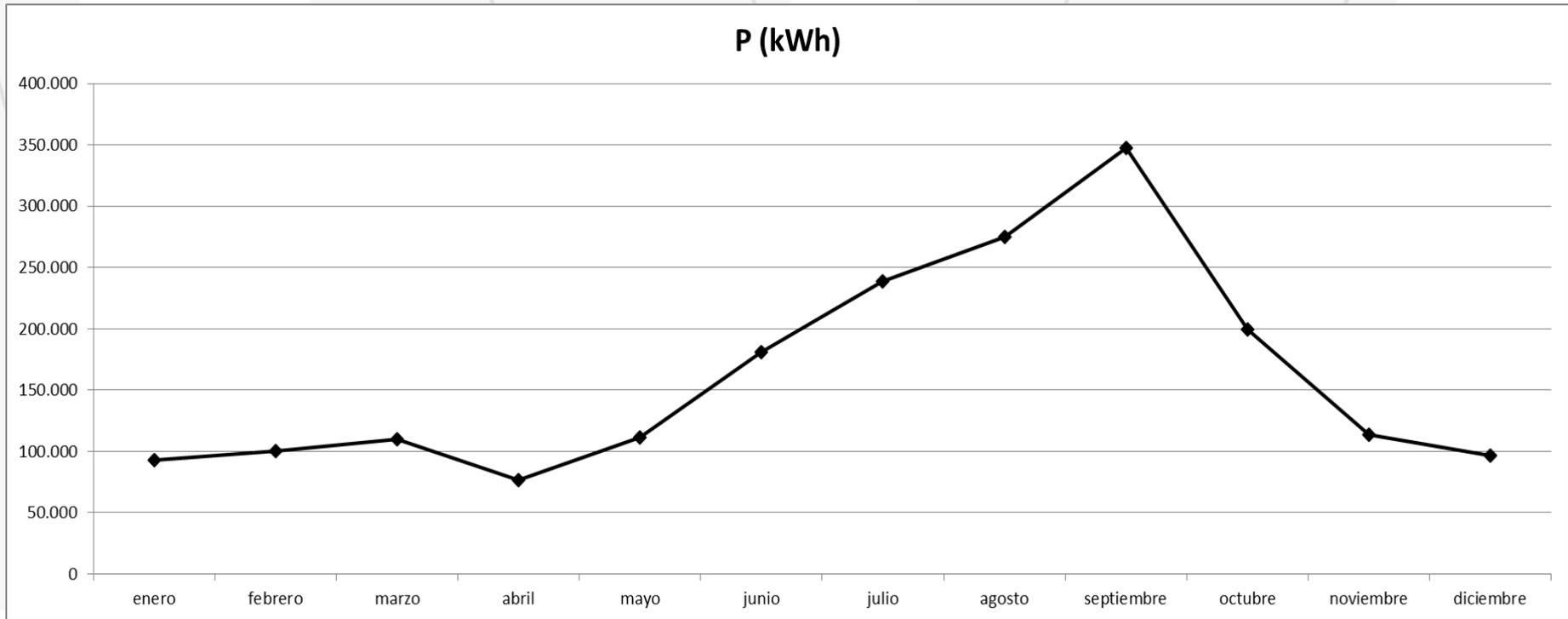
Recursos renovables

- Disponibilidad
- Bibliográfico
- Campaña de medición
- Correlación con la demanda
- Solar vs eólico

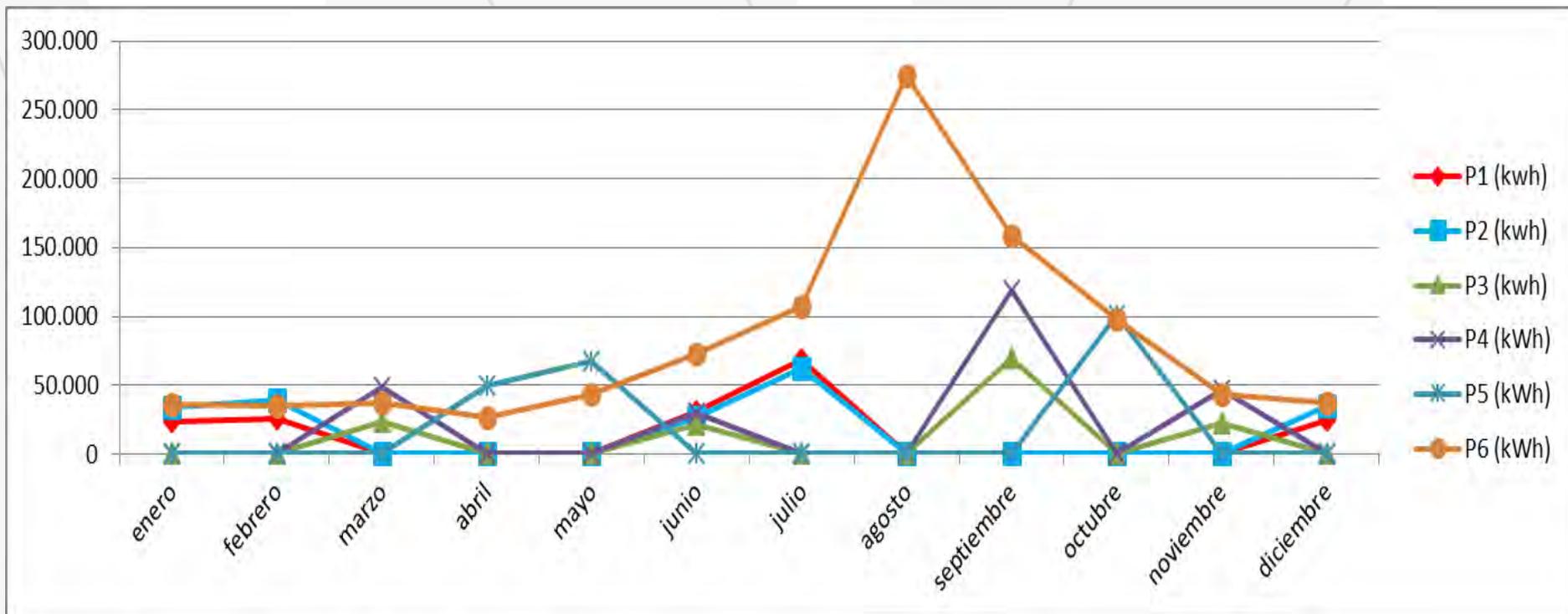
Dimensionado

- Autoconsumo o aislado
- Recurso vs demanda
- Inclinación FV
- Acumulación vs generación
- Hibridación
- Gestión

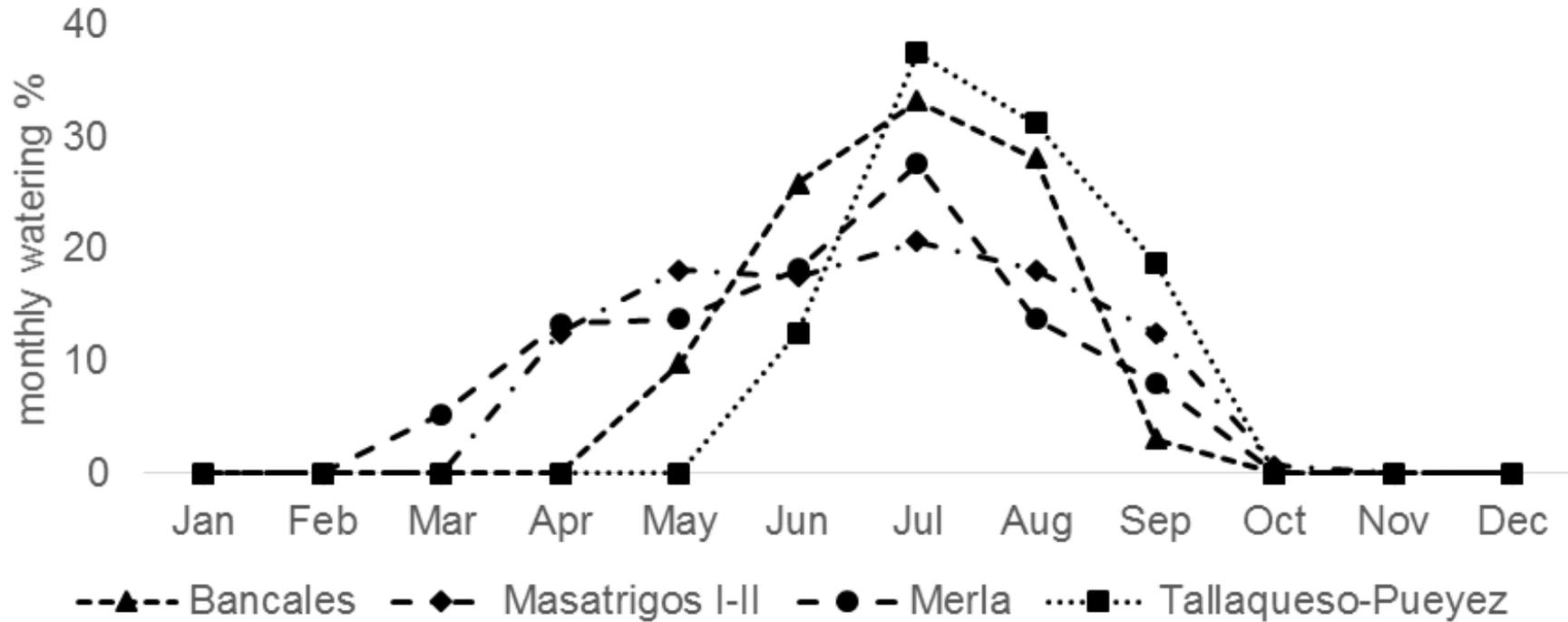
Demanda de bodega (I)



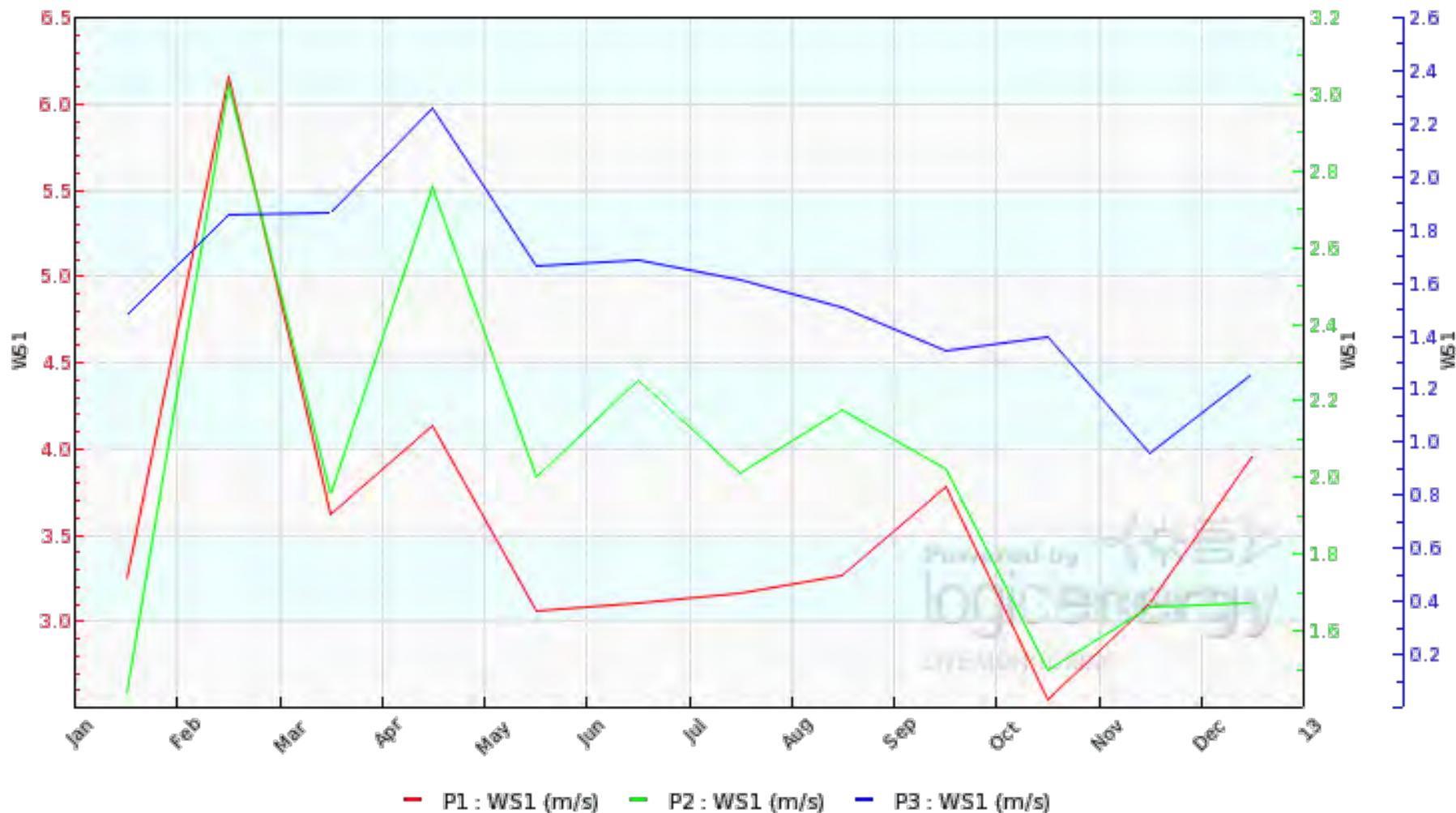
Demanda de bodega (II)



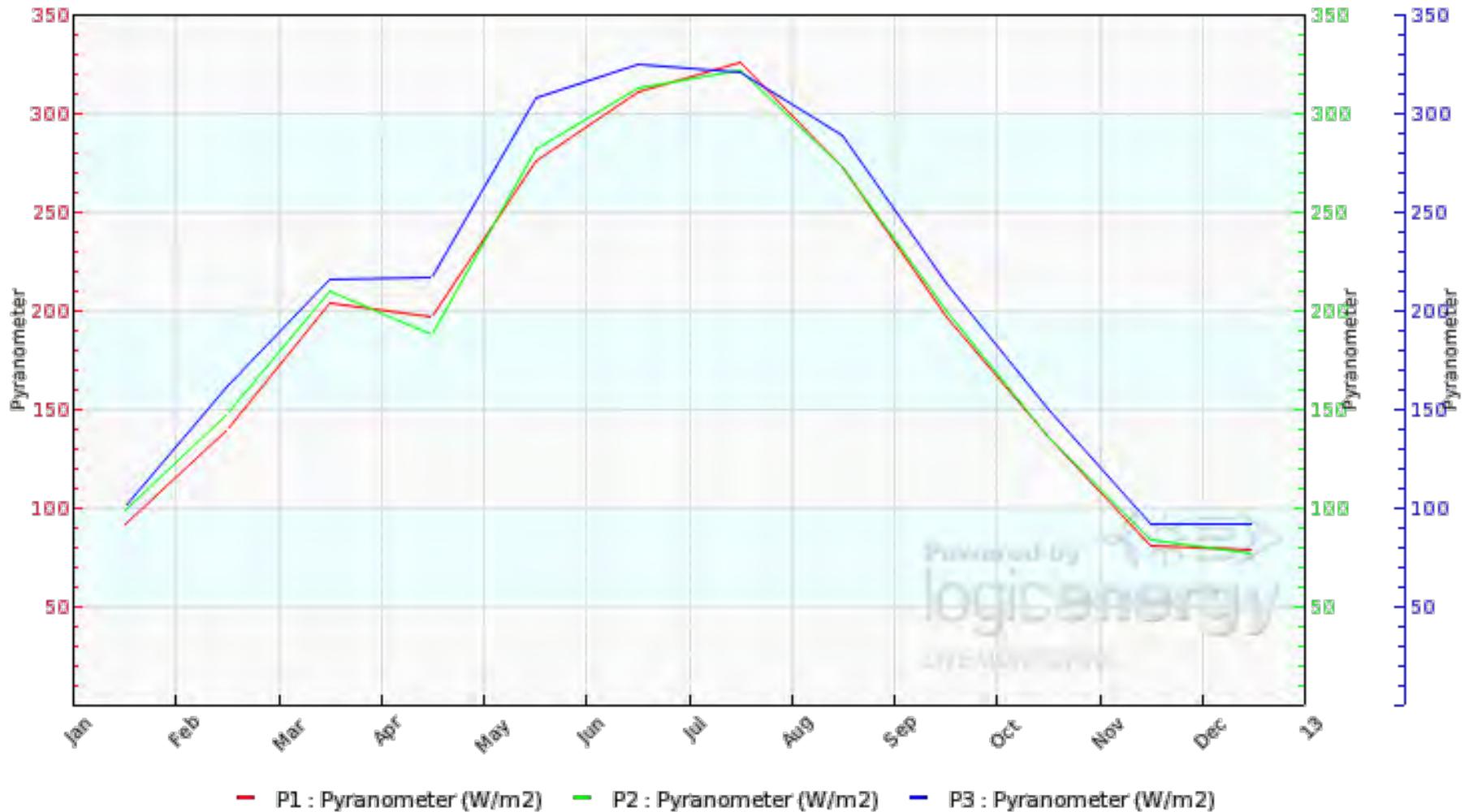
Demanda de riego



Variabilidad del recurso eólico



Variabilidad del recurso solar



7. El caso demostrativo



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

Life REWIND: prototipos en Viñas del Vero



- Ubicación
- Descripción



Los prototipos

Bodega:

- Generación de electricidad desde recursos renovables (fotovoltaica).
- Se utiliza para alimentar los consumos eléctricos de la EDAR.
- En conexión con la red eléctrica
- Aislada de la red.

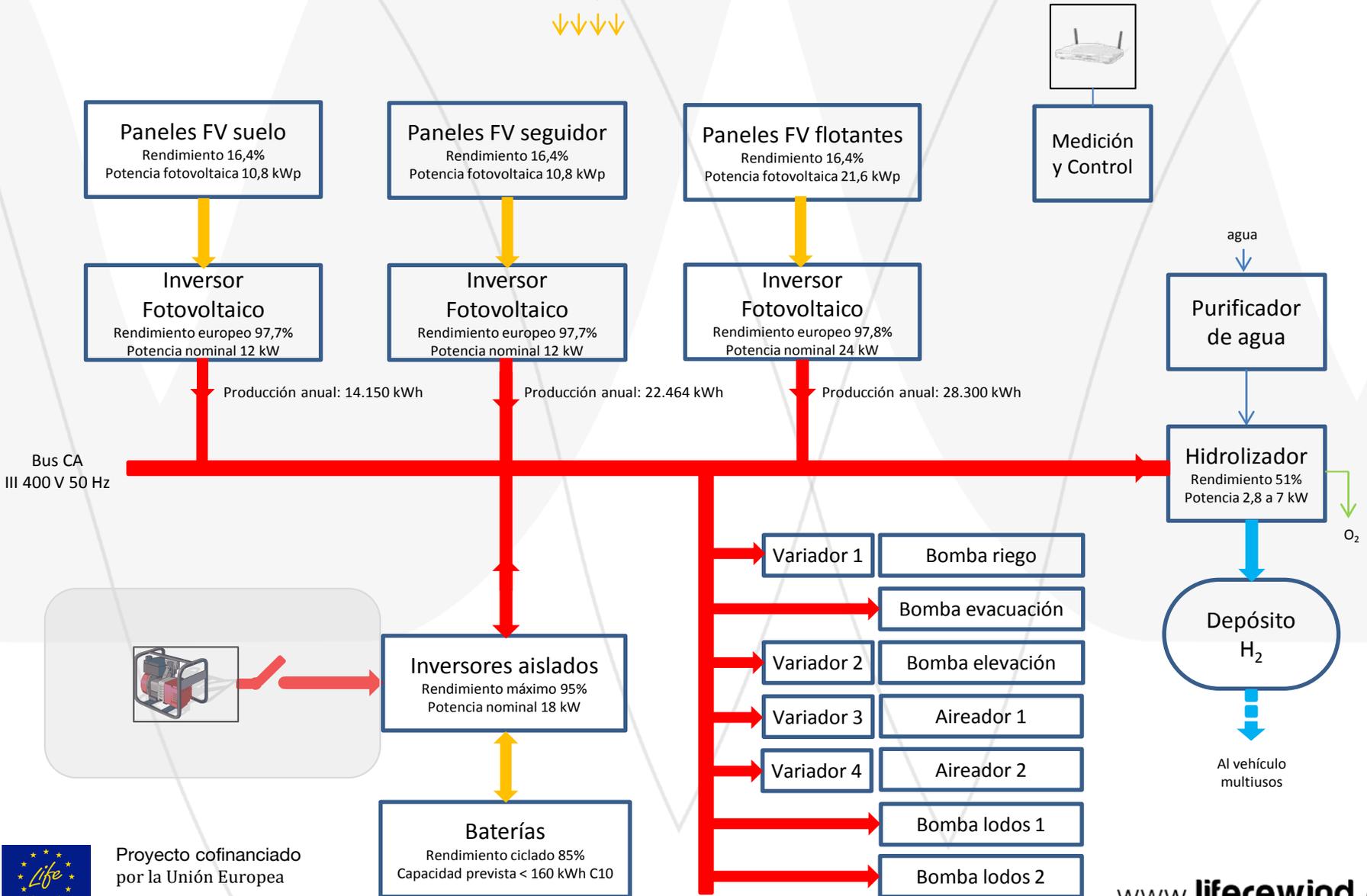
Campo:

- Generación de electricidad desde recursos renovables (fotovoltaica).
- Se utilizará para alimentar los bombeos de riego.
- Funcionará sin conexión a la red eléctrica (aislada).
- Con la energía excedente se producirá hidrógeno, mediante electrolisis del agua.
- El hidrógeno moverá un vehículo multiusos con pila de combustible.

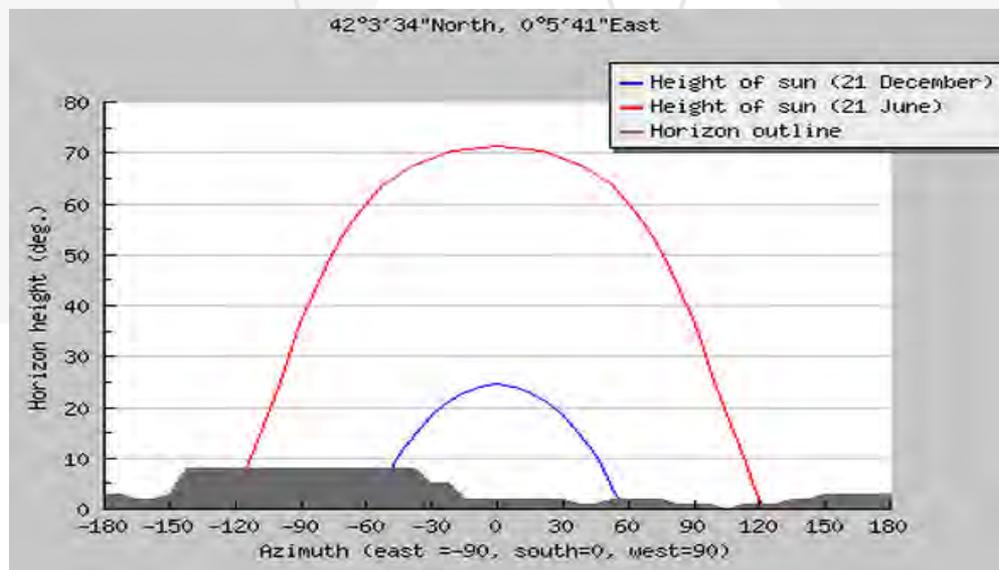
Ambos prototipos operarán durante un año en condiciones reales de trabajo.



Irradiación anual
sobre plano horizontal: 1.723 kWh/m²

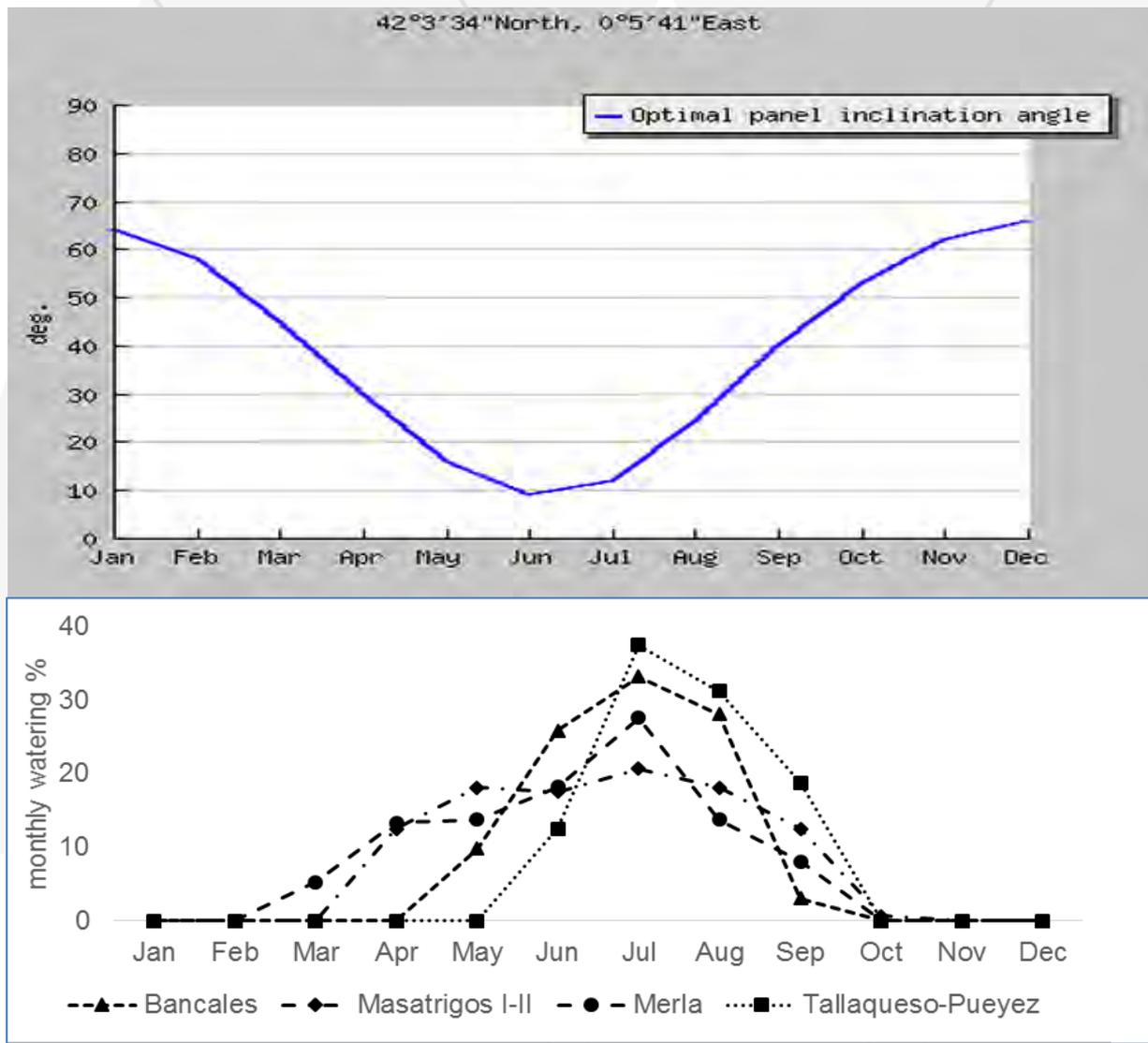


Ubicación y horizonte



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Estacionalidad de la demanda e inclinación FV



Paneles sobre estructura en suelo



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Paneles en seguidor solar I



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

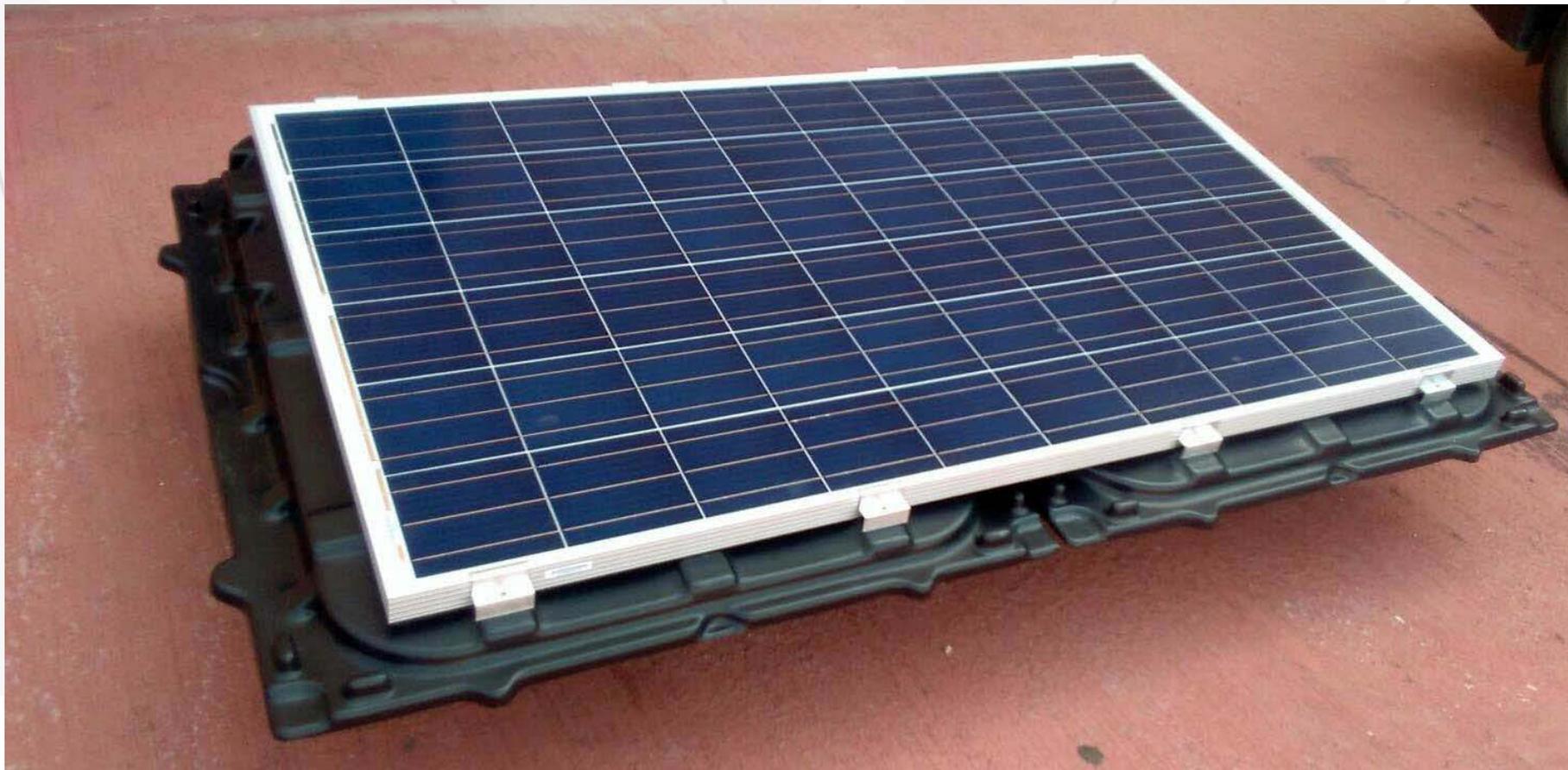
www.liferewind.eu

Paneles en seguidor solar II



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Paneles sobre balsa I



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

Paneles sobre balsa II



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Paneles sobre balsa III

- No se necesita destinar terreno cultivable a la colocación de los paneles.
- No se requiere preparación ni vallado del terreno, ya que la balsa ya está vallada.
- El microclima de la superficie de agua reduce la temperatura de trabajo de los paneles, lo que aumenta su rendimiento.
- Se reduce la evaporación del agua en la balsa.
- Se reduce la proliferación de algas en la balsa.



- Máximo aprovechamiento de la superficie, maximizando el número de paneles por unidad de superficie de la balsa.
- Aprovechamiento de la práctica totalidad de la superficie de la balsa, incluyendo la proyección de los taludes perimetrales.
- Capacidad de absorber grandes desniveles en los llenados y vaciados de la balsa.
- Anclaje en tierra, en el perímetro exterior, sin intervenir en la lámina de fondo y con fácil montaje en balsas existentes.
- Inclinación de los paneles adecuada para maximizar la producción en verano (5°).



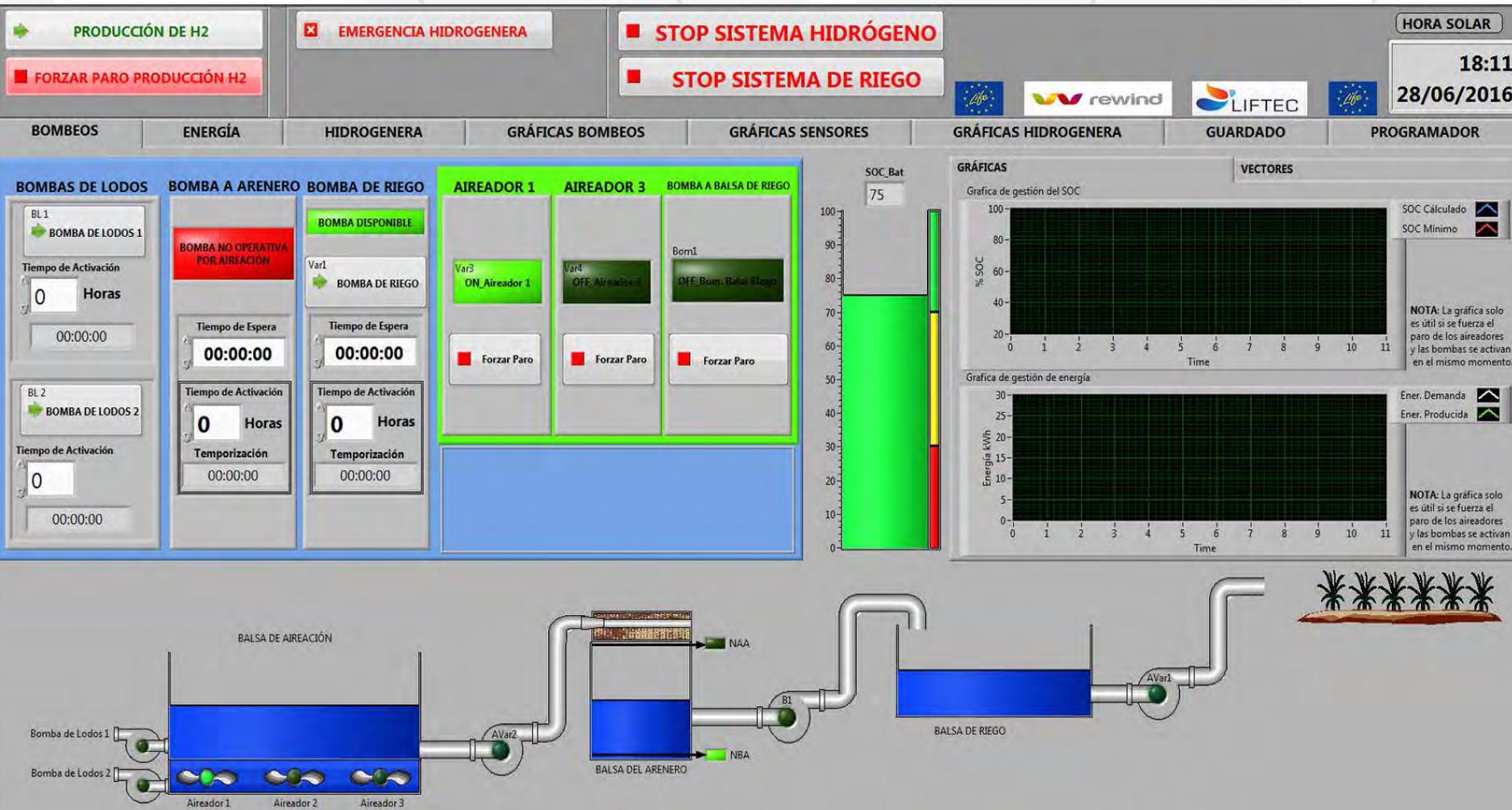
Baterías e inversores



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

Control y gestión de la energía I



Proyecto cofinanciado por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

Control y gestión de la energía II



Proyecto cofinanciado por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

La producción de hidrógeno IV



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

8 El vehículo



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

Los motores: de combustión o eléctricos

Motores térmicos:

- Contaminantes
- Bajo rendimiento
 - Rendimiento real $\approx 30\%$ a régimen de máximo rendimiento
 - Rendimiento real $< 30\%$
 - límite máximo teórico del Ciclo de Carnot
- Ruidosos: necesitan silenciadores en el escape
- Pesados y voluminosos
- Requieren engranajes y cambios
- Alto mantenimiento

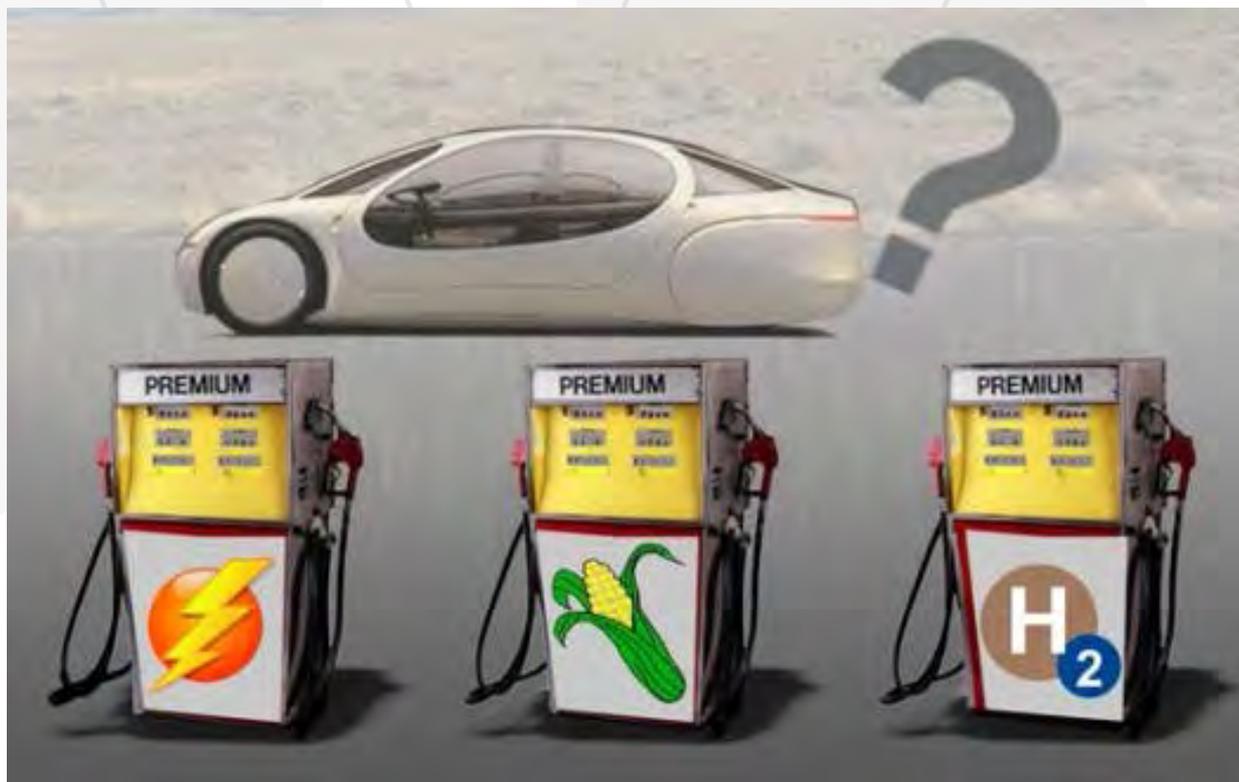
Motores eléctricos:

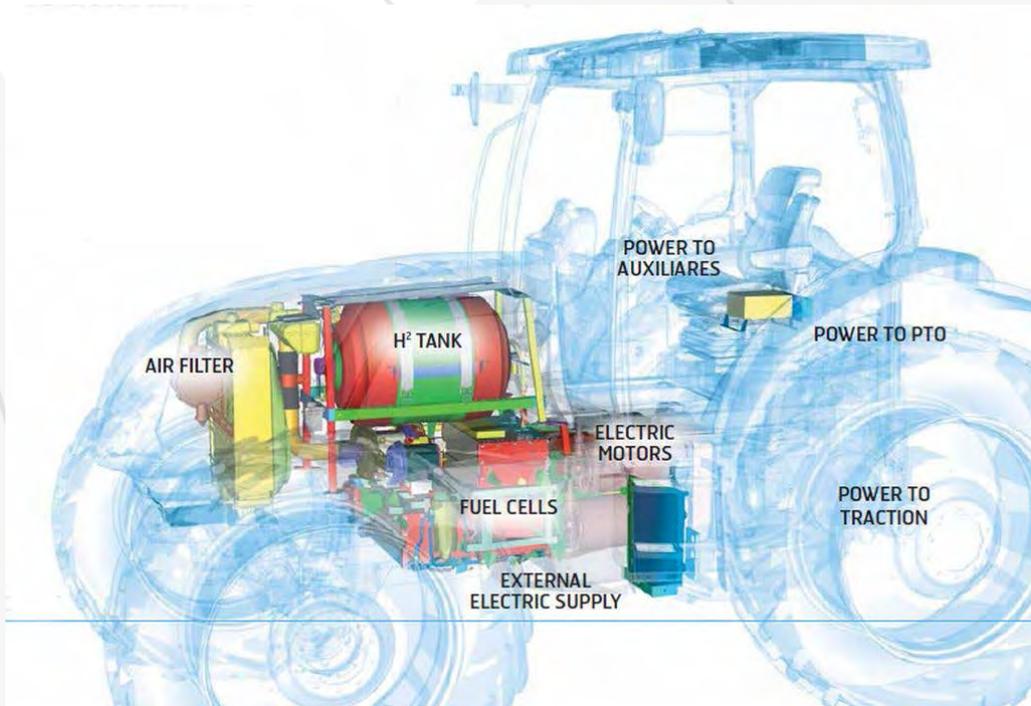
- No contaminantes
- Alto rendimiento
 - Rendimiento motor convencional $\approx 80\%$
 - Rendimiento motor alta eficiencia $> 90\%$
 - Capaces de recuperar energía en la frenada
- Silenciosos
- Ligeros y compactos
- Fáciles de regular
- Bajo mantenimiento



Movilidad

- ¿Biocombustibles, hidrógeno o electricidad?
- La carga no es un problema
- La autonomía aún es costosa





New Holland NH2



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

El vehículo: rotulado



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea
LIFE13 ENV/ES/000280

www.liferewind.eu

Efectos obtenibles

- Reducción de las emisiones asociadas a la producción del vino.
- Adaptación al cambio climático, facilitando la ubicación de viñedos en zonas sin dependencia del suministro eléctrico.
- Mitigación del cambio climático, por la evitación de emisiones.
- Evitación del impacto ambiental y paisajístico de las líneas eléctricas.
- Sustitución del gasóleo por electricidad e hidrógeno en la maquinaria agrícola.
- Explotación agrícola sostenible y energéticamente autónoma.
- Positivo impacto en la economía y empleo en las zonas rurales.

Enlaces en tiempo real

[Portal de energía](#)

[Cámara balsa](#)

[Cámara caseta](#)

[Control del Sistema](#)

