Universidad de Alcalá de Henares
Universidad Rey Juan Carlos

Trabajo Fin de Máster

Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos

Estudio de las necesidades de agua en la producción de recursos energéticos y energía eléctrica.

Javier Martin Blázquez

GrupoTragsa
Garantía Profesional. Servicio Público

Recursos energéticos

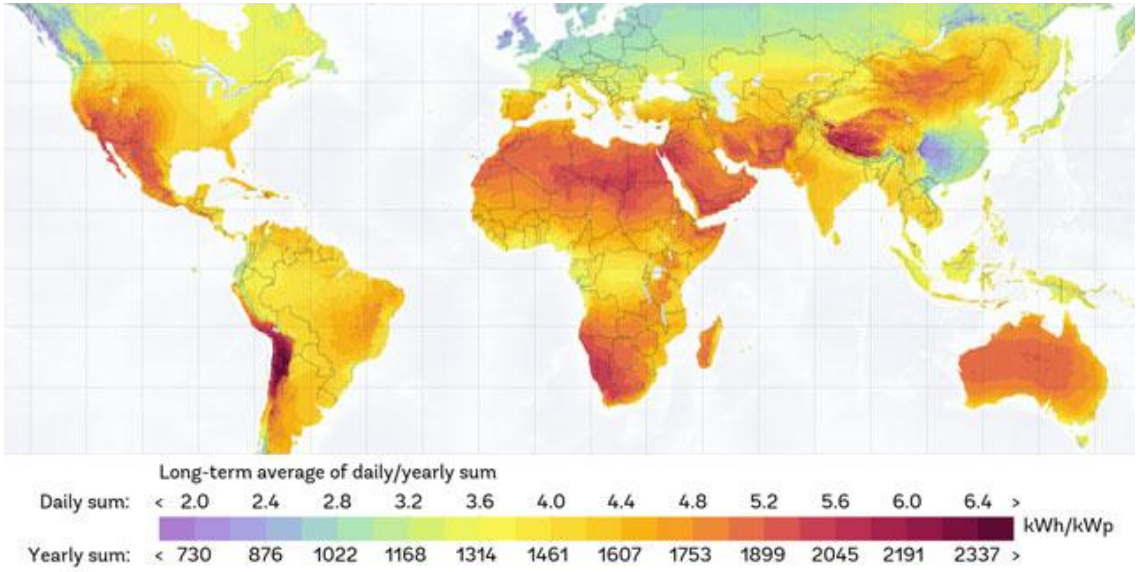
El sol desde un punto de vista termodinámico es la principal fuente de energía del planeta que se puede aprovechar:

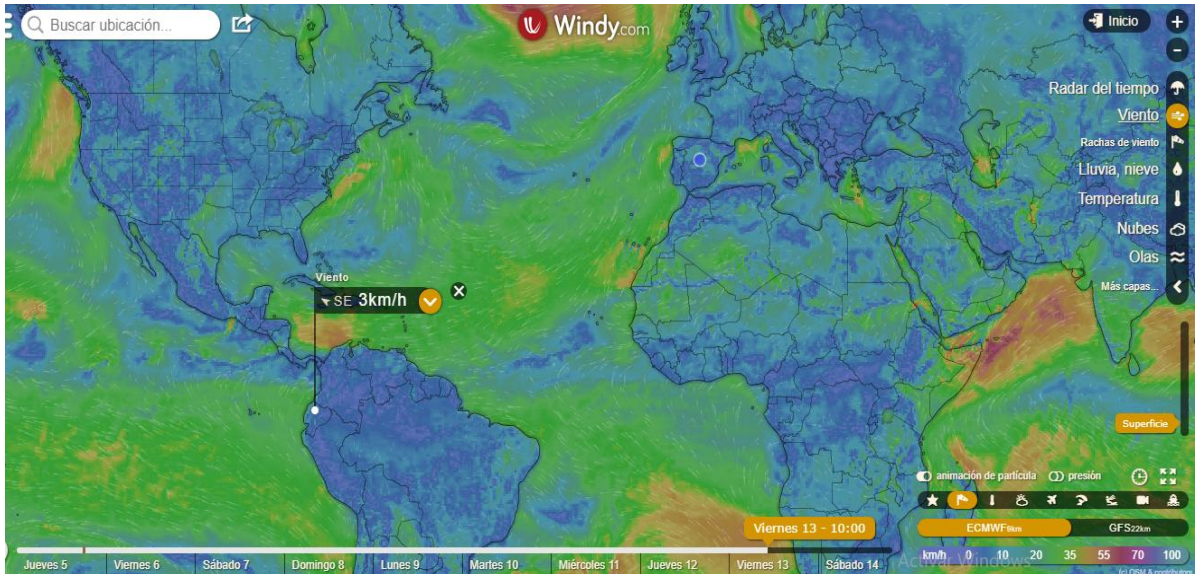
- Directamente, en forma de radiaciones:
  - Solar Termoeléctrica
  - Solar Fotovoltaica

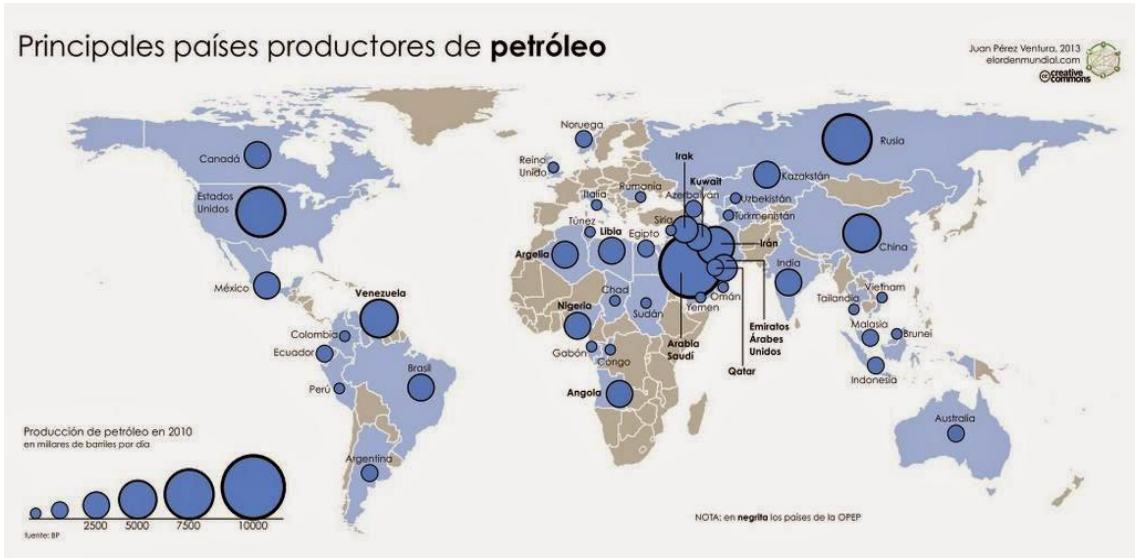
- Indirectamente, como transformación de la energía solar:
  - Geoenergéticos renovables: agentes geológicos externos (viento, oleaje, mareas…), geotermia somera, etc…
  - Geoenergéticos no renovables: petróleo, gas, carbón.
  - Bioenergéticos: biomasa y biocombustibles

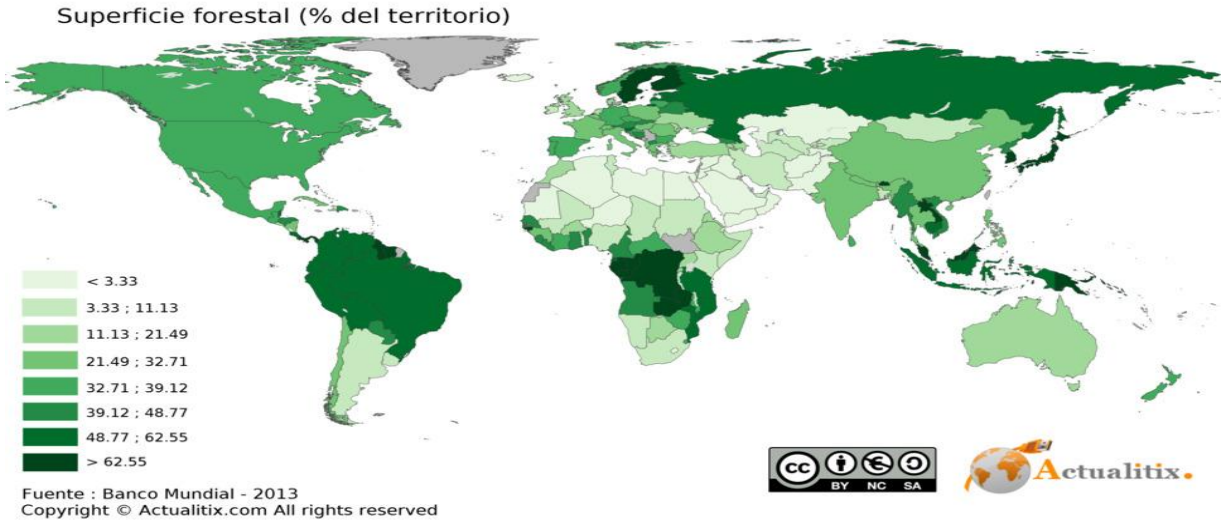
- Otros recursos que no dependen del sol:
  - Recursos geoenergéticos: agentes geológicos internos (geotermia) o nucleares
  - Otras tecnologías: células electrolíticas, plasma…

Recursos energéticos









Recursos energéticos

Nos encontramos con dos tipos de recursos:

Variables:

- Geográficamente poco distribuidos
- Comercio de recursos energéticos (indirectamente de agua)
- Dependencia energética de países con escasez de recursos.
- Ejemplos: petróleo, gas, carbón, uranio.

Constantes:

- Geográficamente repartidos
- No tiene porque existir comercio
- Evitan la dependencia
- Ejemplos: sol, viento, geotermia somera, oceánicos.

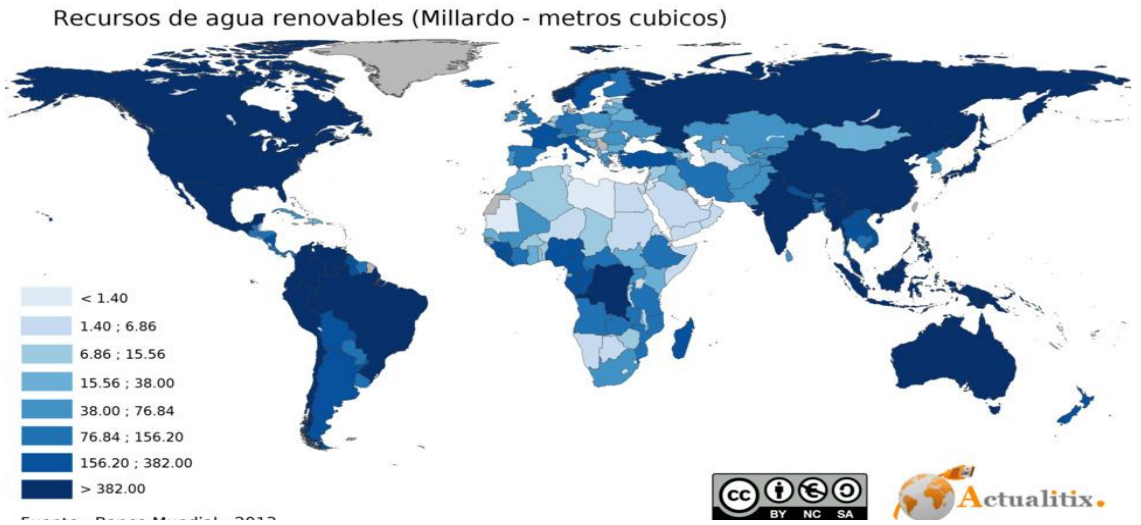
Recursos hídricos y energía eléctrica

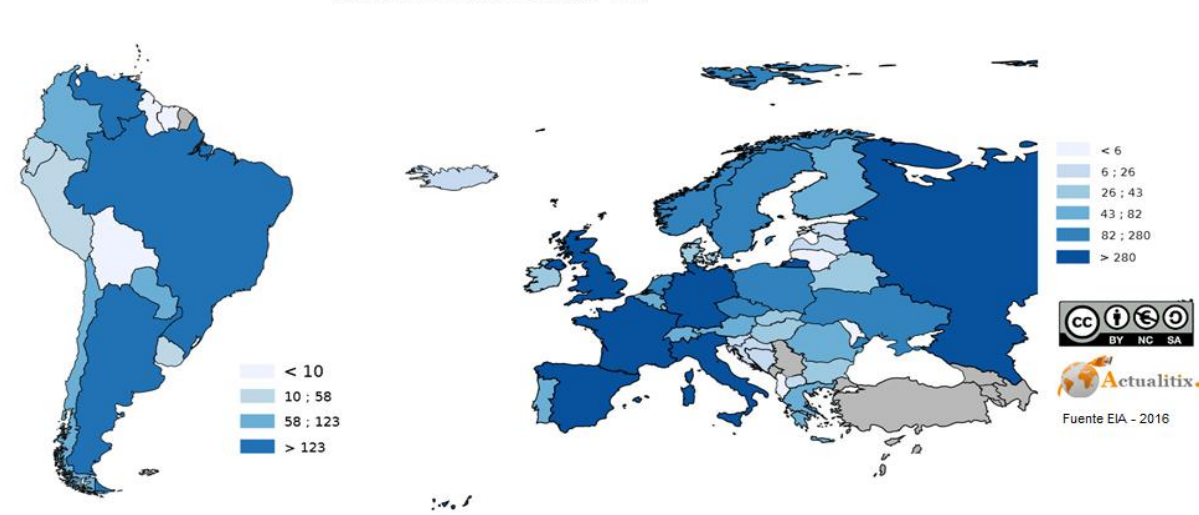
Recursos de agua renovables (Millardo-m3)

Ecuador	España
442,4	111,2

Generación eléctrica (Millardo-KWh)

ECUADOR	ESPAÑA	ALEMANIA
22	280	585



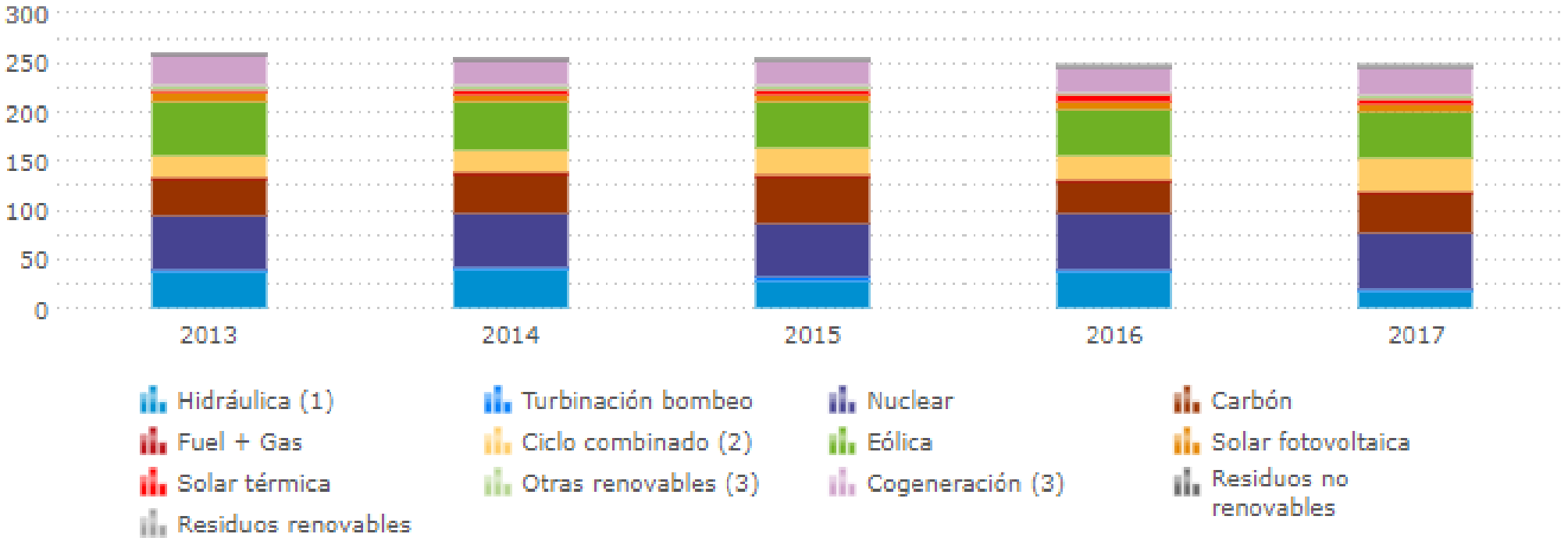


Encontramos dos situaciones: países con muchos recursos hídricos y poca demanda/producción energética, y países con escasez de agua y moderada - alta demanda energética

1millardo = 10^9

Agua y recursos energéticos

- ¿Problemas de abastecimiento de agua para producir energía?
- ¿Podemos producir energía sin extraer ni consumir agua?
- ¿Habría que tener en cuenta el consumo y la gestión los recursos hídricos a la hora de seleccionar el mix energético?



Agua y producción de recursos energéticos

Todas las fases de la cadena de suministro de la generación de energía presentan estrés hídrico:

- **PRODUCCIÓN:** minera, petrolera, agroforestal.
- **TRATAMIENTO:** mineralúrgica, refinerias, biorefinerias.
- **GENERACIÓN DE ENERGÍA:** uso del recurso para producción de energía
- **GESTION DE RESIDUOS:** residuos de biomasa, residuos nucleares, cenizas, **tratamiento de aguas residuales**, etc..

Estas fases no se dan en todos los recursos de forma directa: Energía FV o eólica no consumen agua en operación, pero si hay una fase minera/petrolera necesaria para la fabricación de los materiales (células o aspas de fibra de carbono)

CONCLUSIÓN

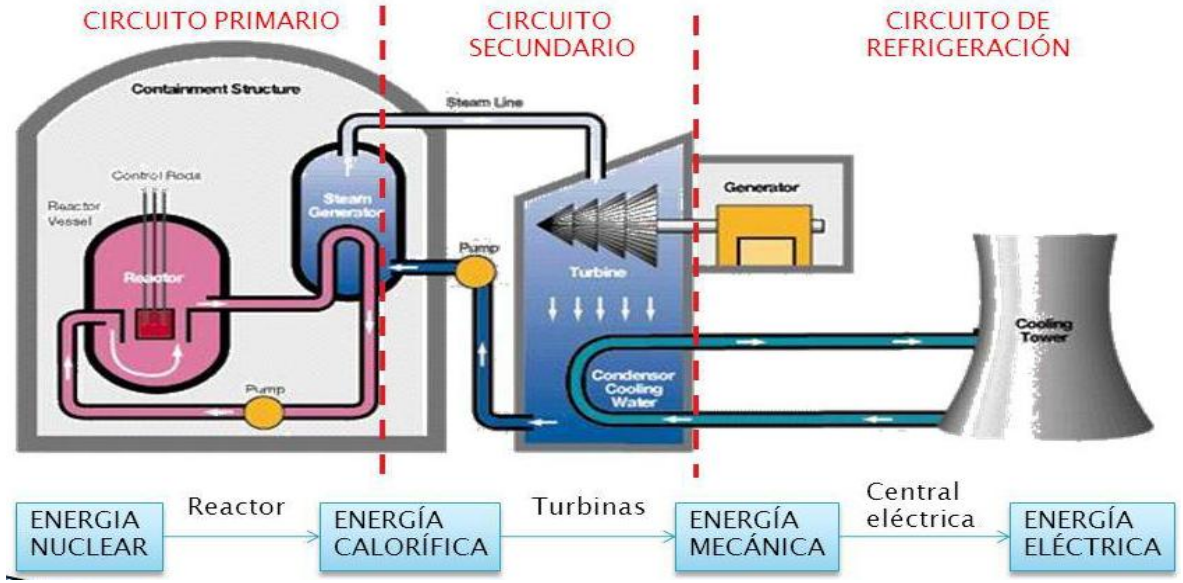
- NO SE PUEDE PRESCINDIR DEL AGUA PARA PRODUCIR ENERGÍA NI RECURSOS ENERGÉTICOS.
- CONTABILIZAR EL CONSUMO DE AGUA PARA ENERGÍA.

Petróleo y gas	Consumos (m^3/ GJ)
Exploracion	-
Extracción y producción	6,00
Inyeccion agua	600,00
Inyección de vapor	140,00
Inyección de aire	50,00
Recuperación con polímeros	8.900,00
Inyección caustica	100,00
Inyección CO2	640,00
Refino tradicional	45,00
Refino: reformado, hidrogenación	90,00
Otras operaciones	70,00

Fase	Consumo (m^3/GJ)
Minería Superficial	0,004
Minería Subterránea	0,012
Transporte de lodos	0,063
Lavado	0,004
Otras operaciones	0,09

Agua y producción de energía

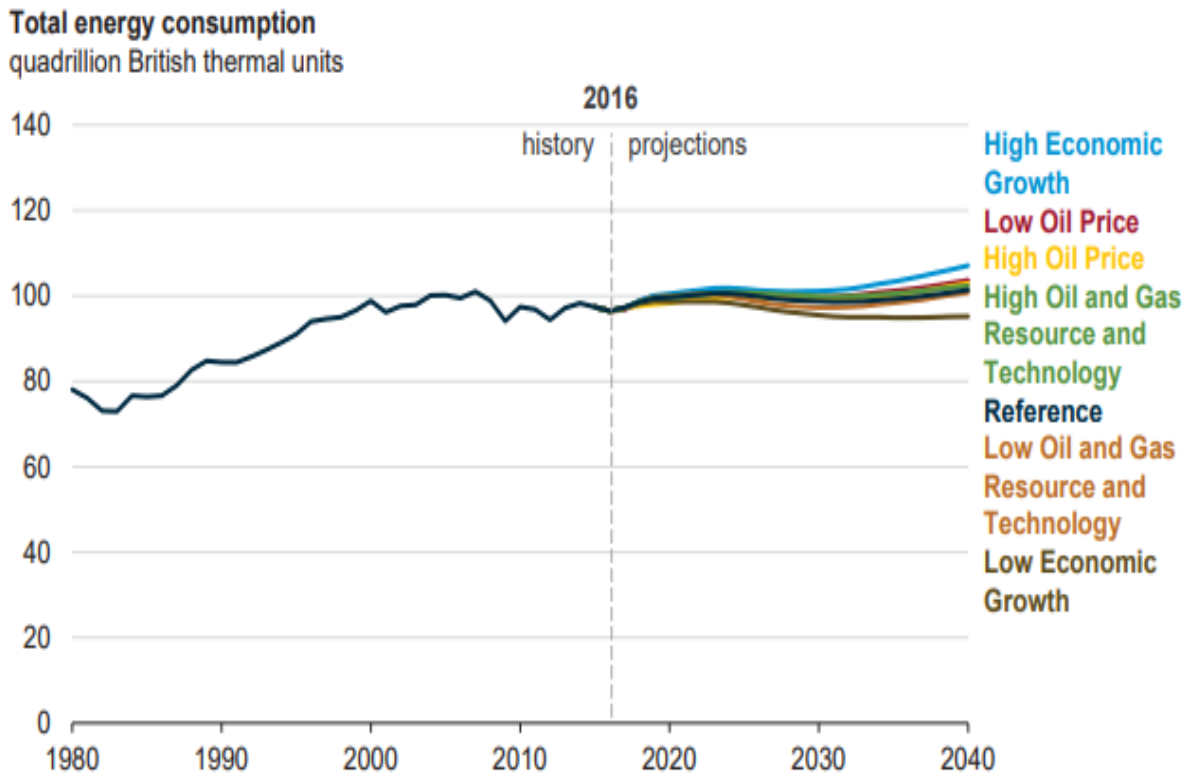
- Las centrales térmicas de vapor funcionan todas de forma similar: circuito de vapor, circuito de refrigeración.
- Ciclos: Rankine, Brayton y combinado
- El **estrés hídrico** principal se encuentra en el circuito de refrigeración.
- Energía nuclear: circuito primario (reactor nuclear) piscinas de combustible gastado suponen un estrés extra.
- Tecnologías eólicas y solares no consumen agua durante su fase de operación.
- Tecnologías hidráulicas devuelven el agua al ciclo hidrológico.



Tecnología	Sistema	Extracción (l/MW*h)	Consumo (l/MW*h)
Térmicas	One-Through	76000 - 190000	1000
	Close Loop	2000 - 2300	2000
Nucleares	One-Through	95000 - 230000	1500
	Close Loop	3000 -4000	3000

Agua y producción de recursos energéticos

Los escenarios de consumo de energía no son muy diferentes, por lo tanto el consumo de agua para la energía tampoco se espera que varié.



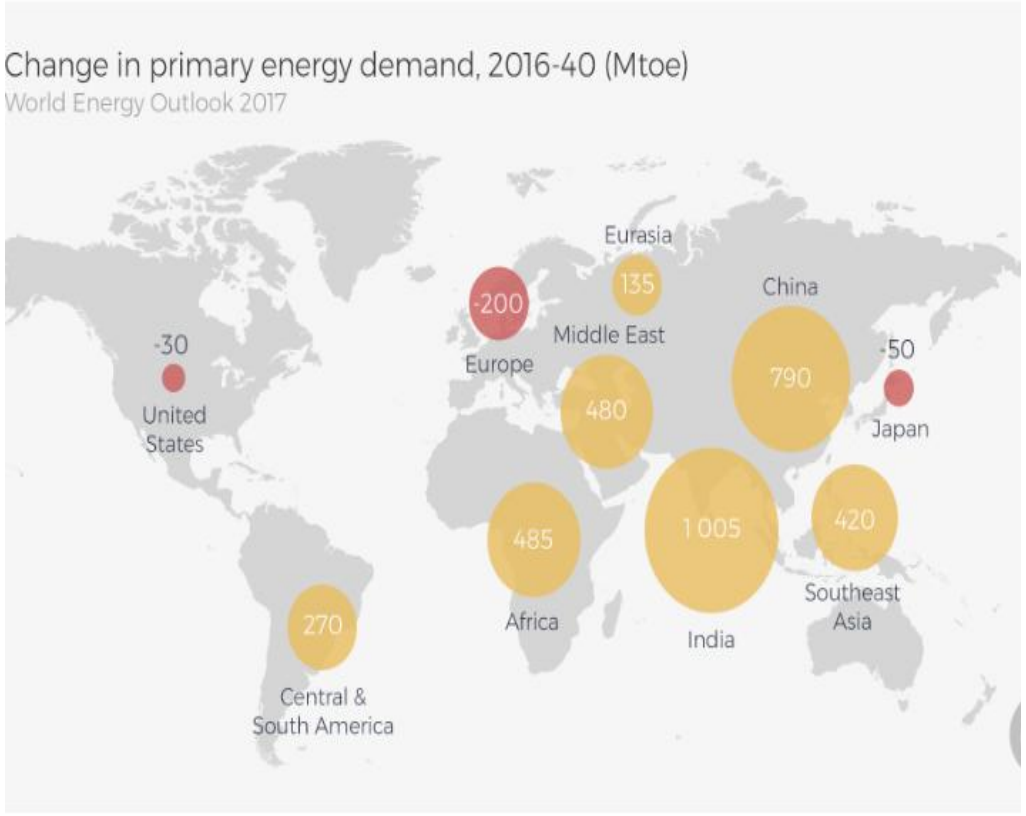
	TWh			
Recurso	2005	2020	2035	2050
Hidráulica y geotérmica	3057	4130	4596	5694
Carbón	7235	9679	12601	17766
Nuclear	2792	3456	5423	8276
Gas	3478	6746	6746	9840
Petróleo	1102	983	995	1185
Biomasa y residuos	311	1041	2290	2546
Eólica y solar	94	1129	3901	7827
Total	18069	27164	36552	53134

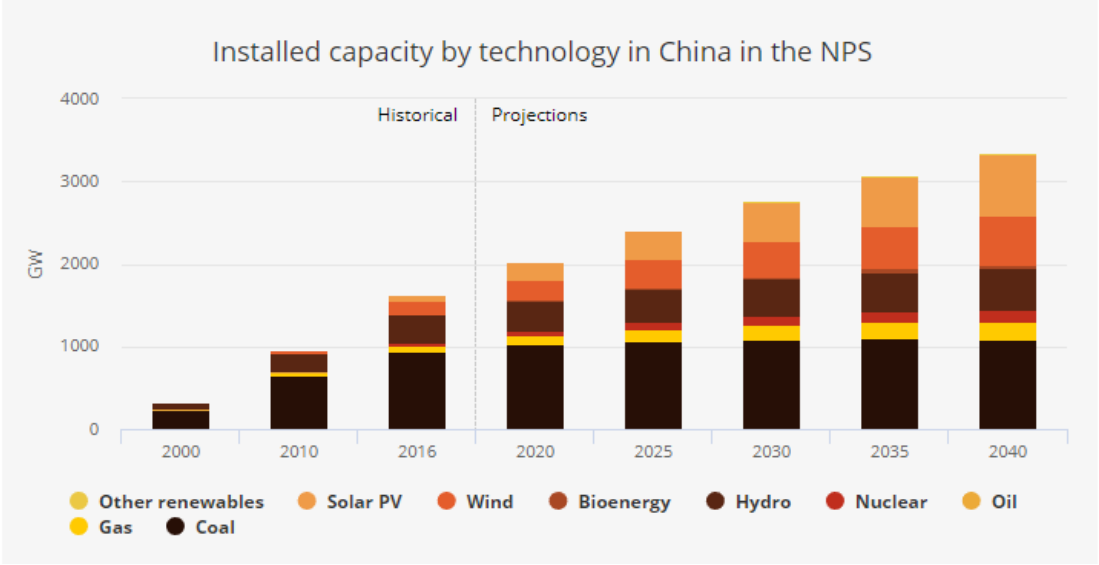
	Bill m3			
Recurso	2005	2020	2035	2050
Hidráulica y geotérmica	16,5	22,3	26,6	30,7
Carbón	12,8	17,1	22,3	31,4
Nuclear	7,6	9,3	14,8	22,6
Gas	2,5	4,9	6,5	7,2
Petróleo	1,3	1,1	1,1	1,4
Biomasa y residuos	0,4	1,2	2,6	3,3
Eólica y solar	0	0,5	1,9	3,7
Total	41,1	56,4	75,8	100,3

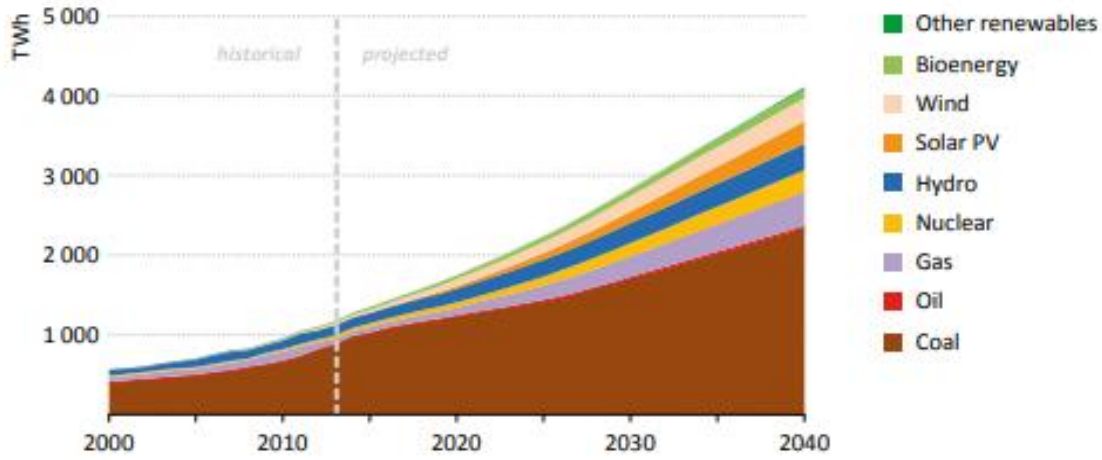
¿Avanzamos a una descarbonización y a una reducción de la huella hídrica en generación energética?

Agua y producción de recursos energéticos

China y La India abastecerán su demanda principalmente con carbón (entre otros).







Agua y producción de recursos energéticos

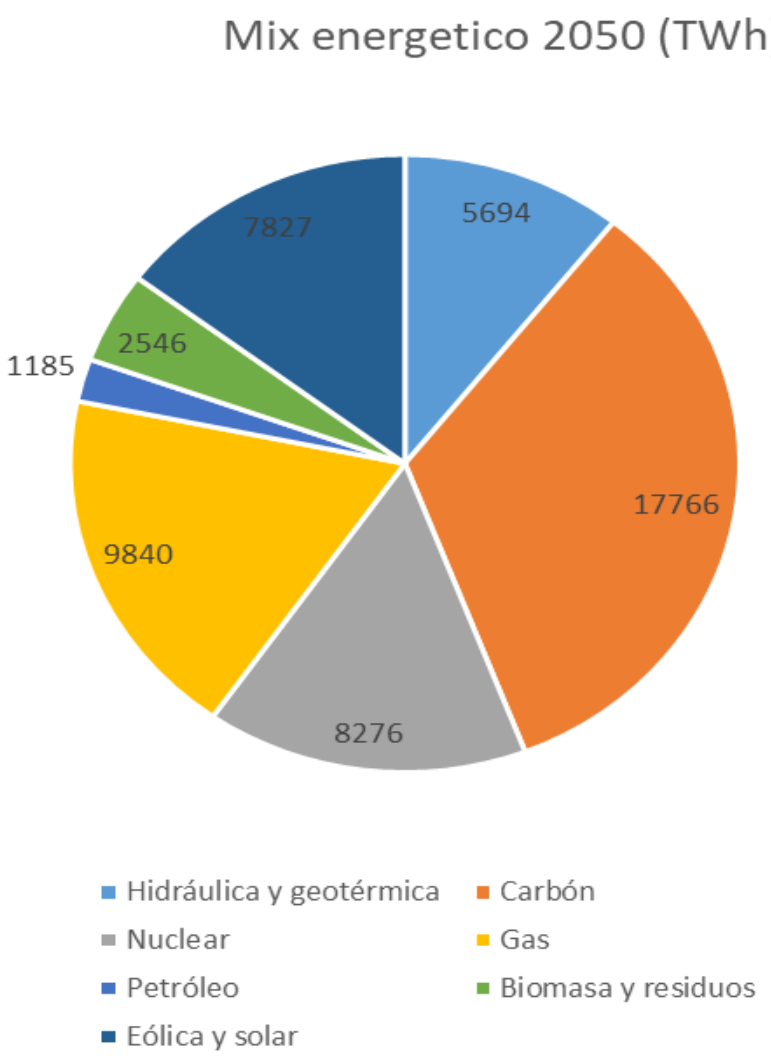
Como se ha visto al principio, los dos recursos energéticos mejor repartidos en el mundo son el sol y el viento.

- Pueden instalarse en casi cualquier sitio y a cualquier escala (KW a GW).
- Autoconsumo.

Sin olvidar la idea de mix energético:

¿Y si toda la energía del petróleo y el carbón se sustituyera por tecnologías eólicas y solares? ¿Cuál seria el ahorro de agua?

Agua y producción de recursos energéticos



	2050 - Bill m3		
Recurso	WEC	EC0	Cambio
Hidráulica y geotérmica	30,7	30,7	0
Carbón	31,4	0	-31,4
Nuclear	22,6	22,6	0
Gas	7,2	7,2	0
Petróleo	1,4	0	-1,4
Biomasa y residuos	3,3	3,3	0
Eólica y solar	3,7	9,62	5,92
Total	100,3	73,42	-26,88
Porcentaje de ahorro de agua	26,80 %		

¡¡¡Si dejáramos de consumir carbón y petróleo para la producción de energía el ahorro de agua global seria de un 27% aproximadamente!!!

Agua y producción de recursos energéticos

Gracias por su atención.

Javier Martin Bláquez
TLF: 00 34 680757112
EMAIL: mbj.geoengineer@Gmail.com
LINKEDIN: mbjgeoeng