

La transició energètica del segle XXI: podrem escollir?

Jordi Llorca





Richard Smalley
“Our energy challenge” (2003)

Els 10 problemes de la humanitat

En els propers 50 anys:

1. **Energia**
2. Aigua
3. Aliments
4. Medi ambient
5. Pobresa
6. Guerres
7. Malalties
8. Educació
9. Democràcia
10. Superpoblació



Energia = Transformació



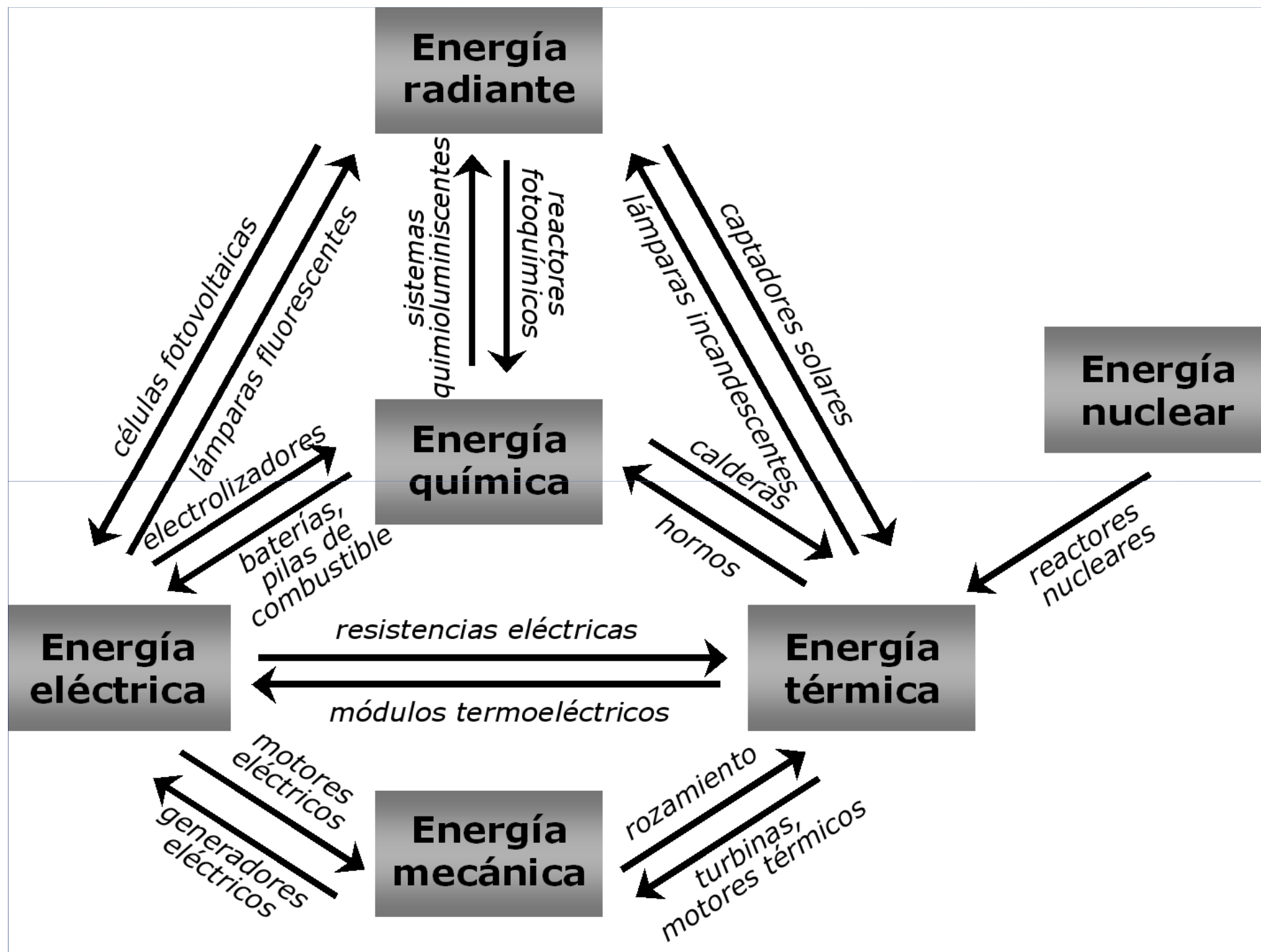


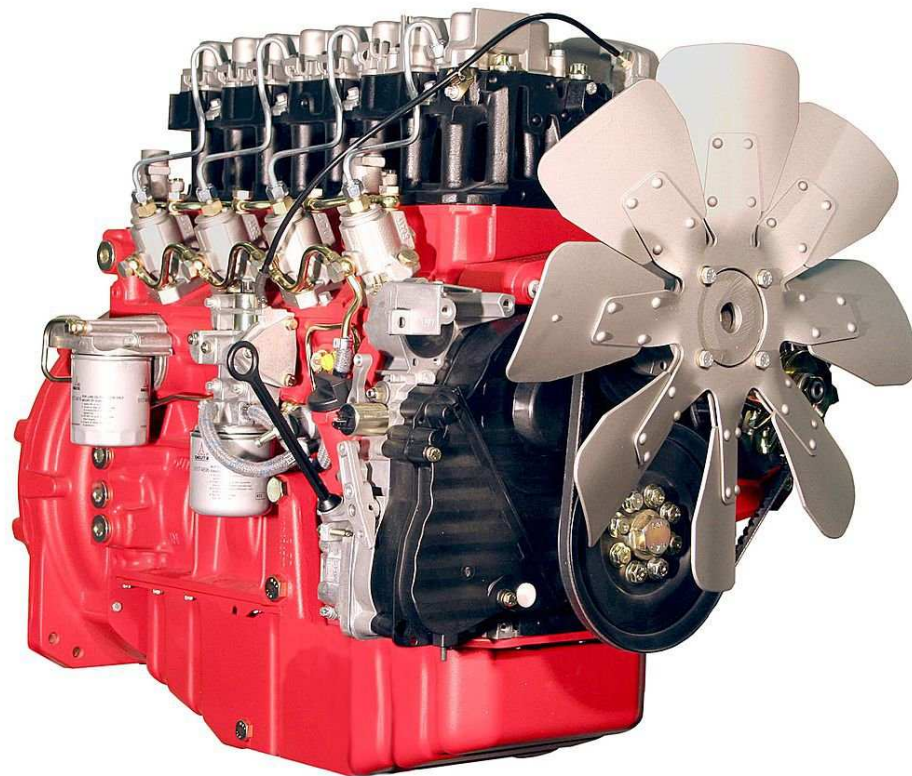
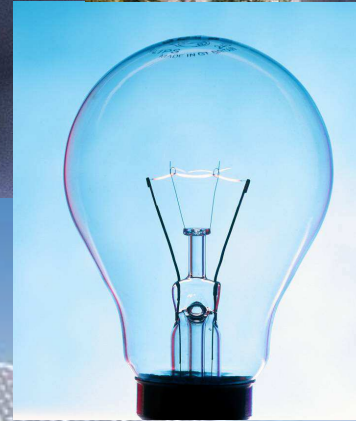
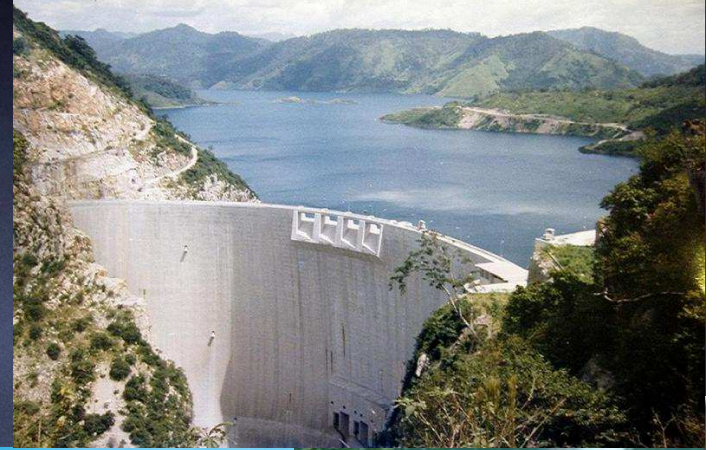
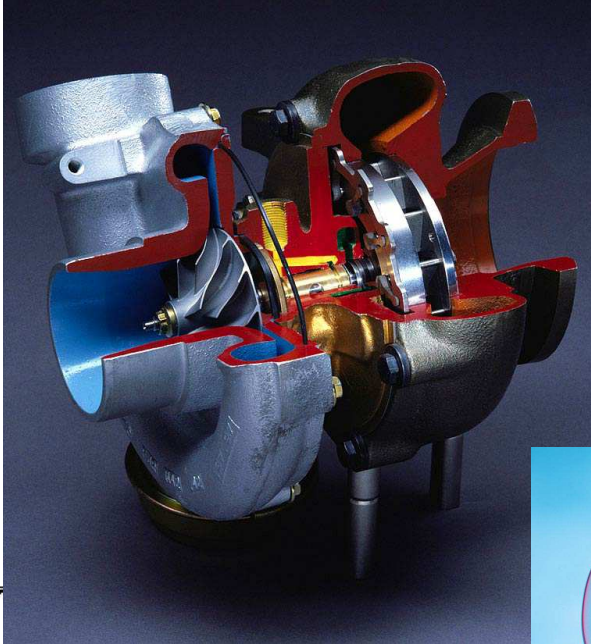
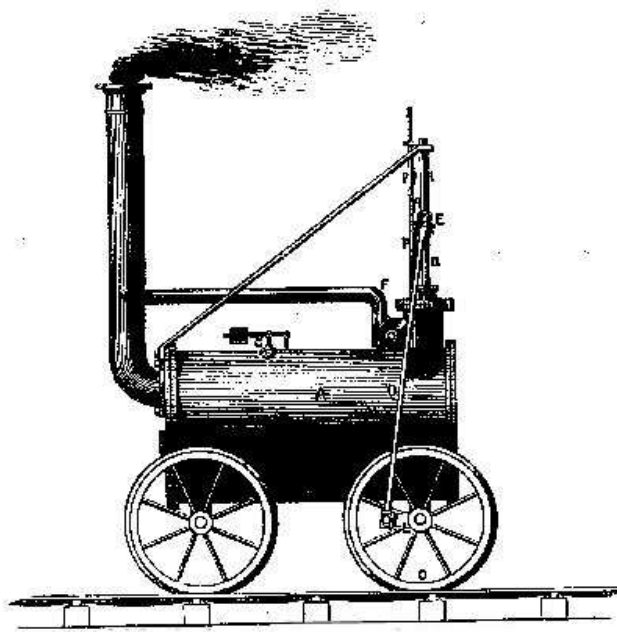
1 esclau = 100 W

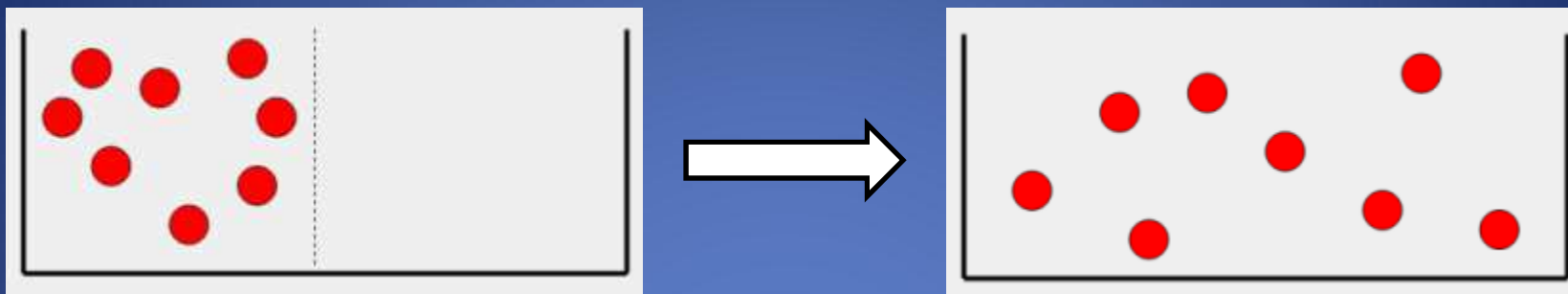
1 L gasolina = 32 MJ

= 4 esclaus x 4 dies

L'energia no es crea, no es
destrueix, només es transforma



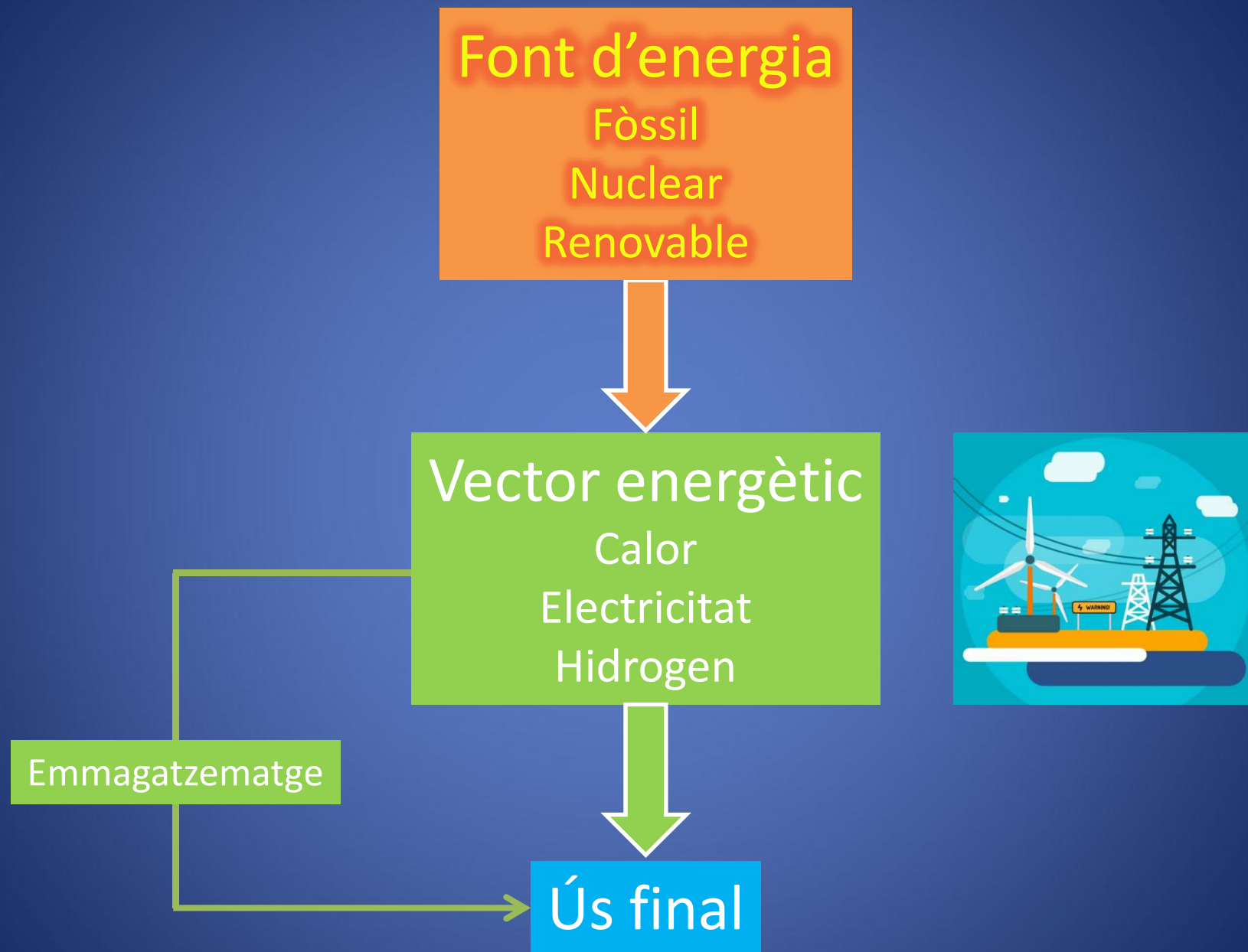


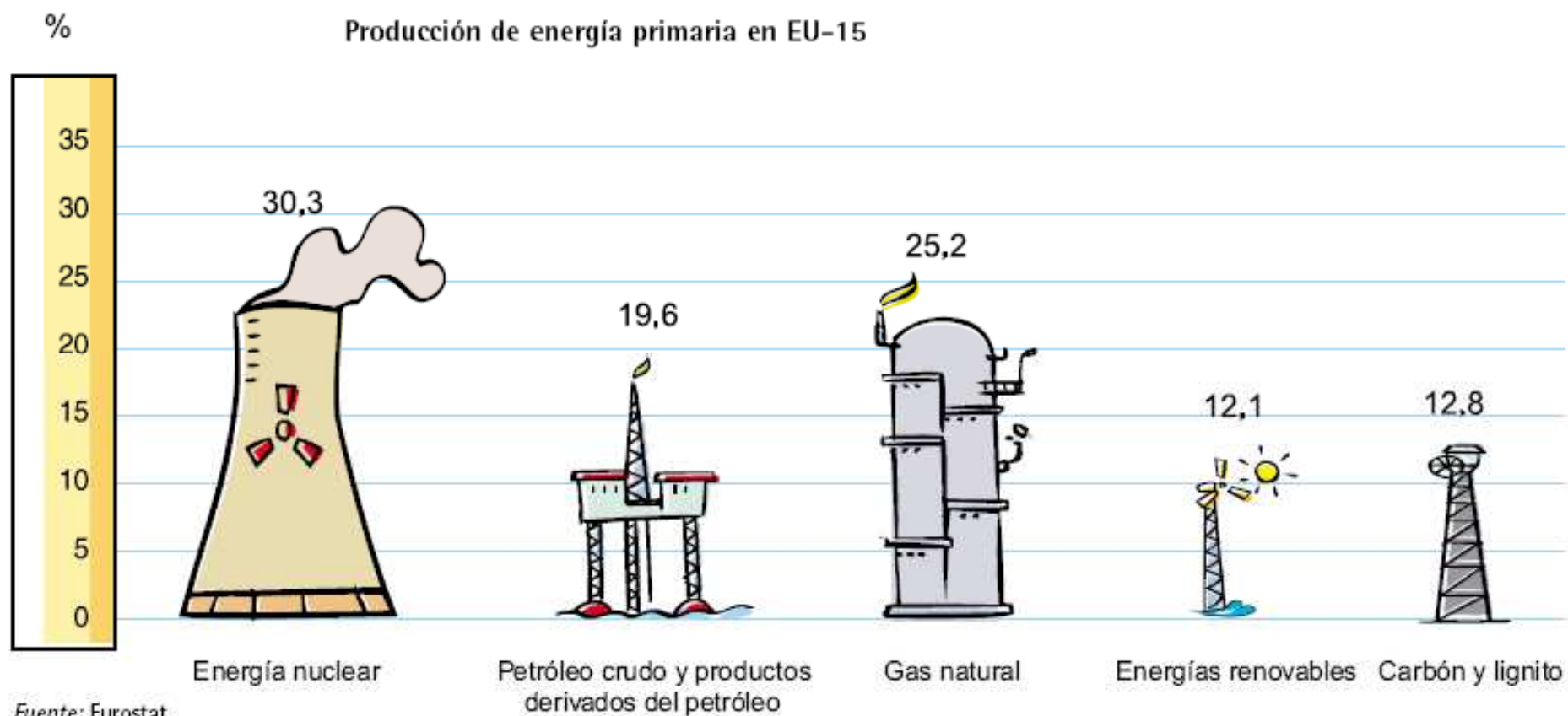


No tota l'energia s'aprofita = caos

Eficiència = €

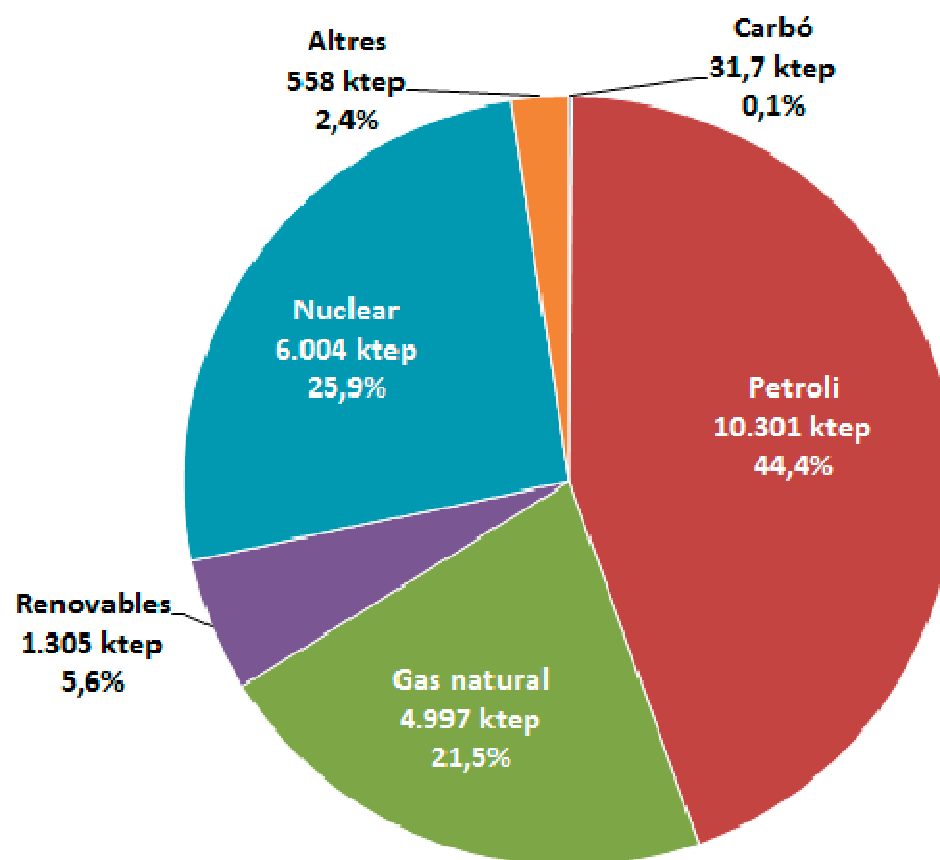






Catalunya

Consum d'energia primària per formes d'energia



Andorra

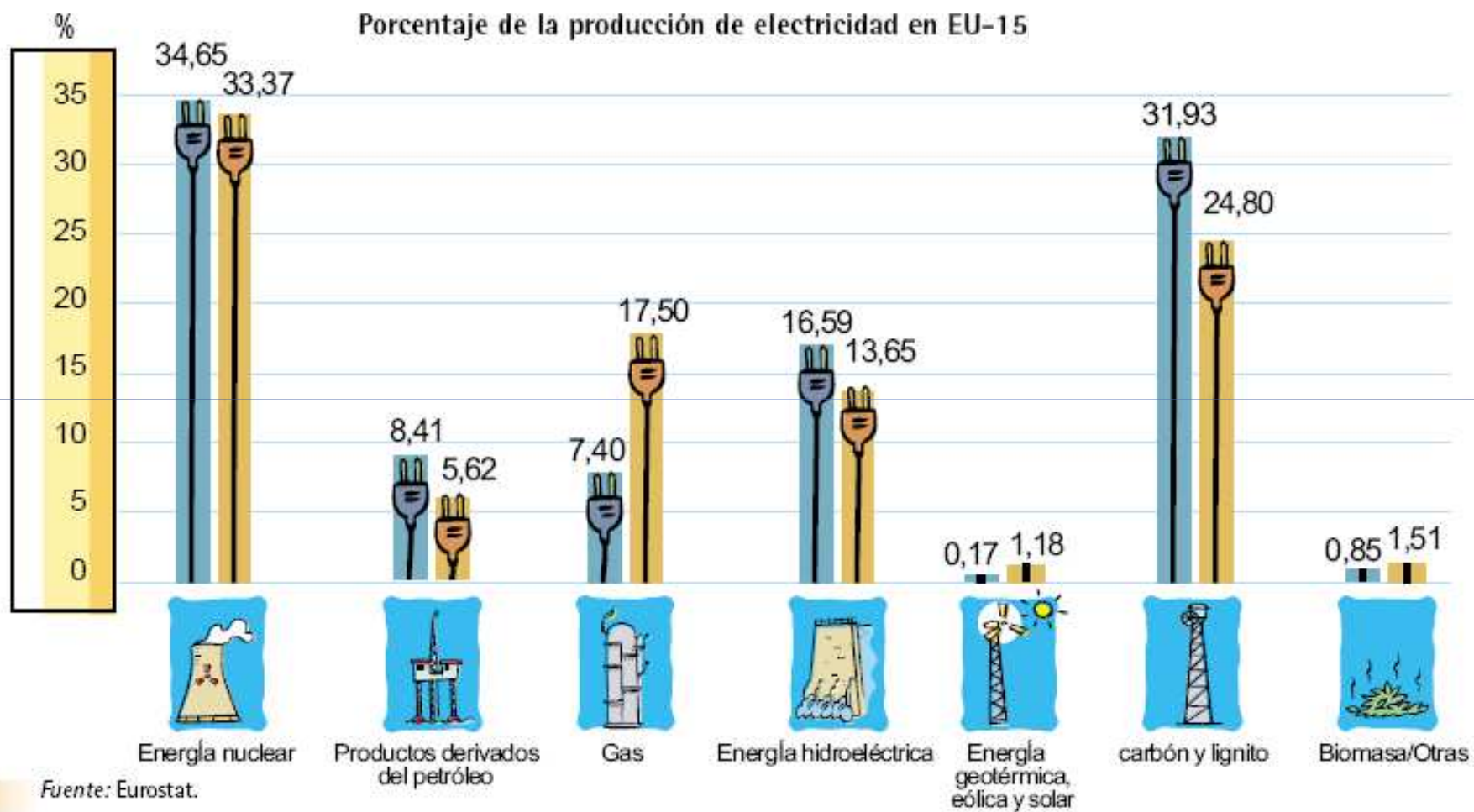
3.3 Dependència energètica

De les dades anteriors es dedueix que al 2011 un 56% de l'energia total consumida a Andorra (en Tep) depèn del petroli (importat al 100 %), i el 43% restant correspon al consum elèctric.

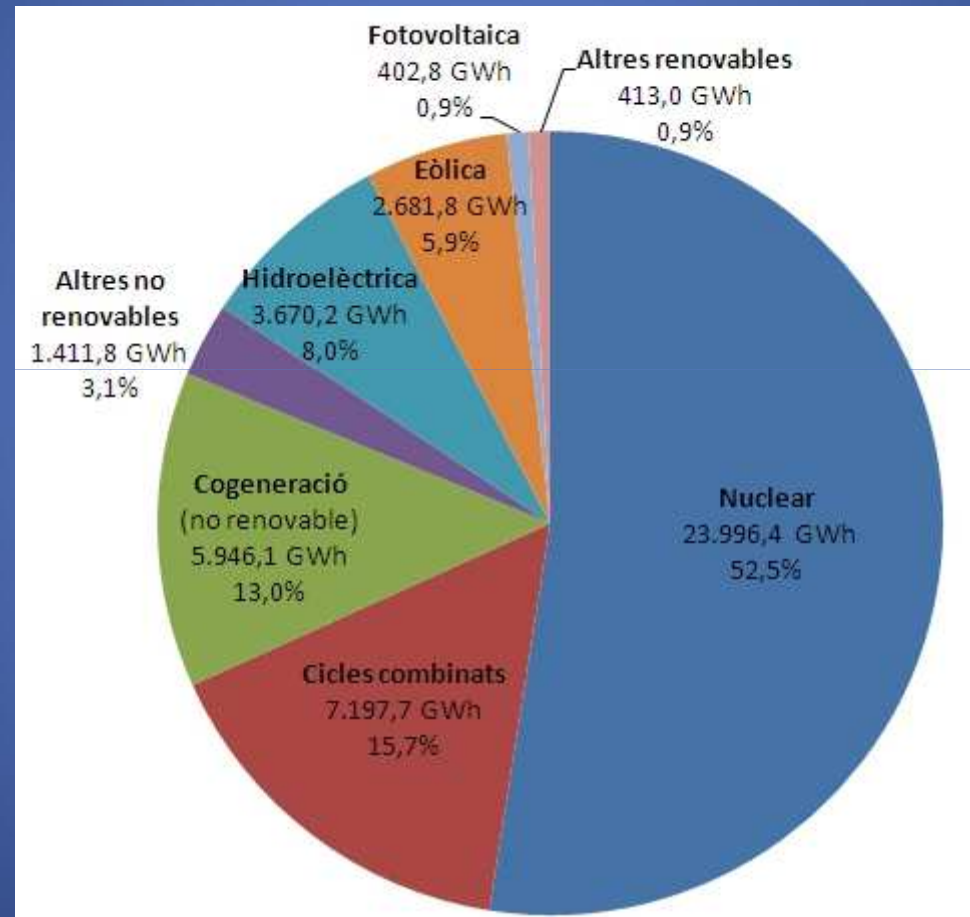
Pel que fa a l'electricitat, la producció interna d'Andorra representa de mitjana un 17% del consum elèctric total, essent tota d'origen renovable (central de producció hidroelèctrica i Centre de Tractament de Residus).

Per tant, en matèria d'energia tenim una dependència exterior d'aproximadament un 96%, considerant l'aprofitament actual de l'aigua termal d'Escaldes i d'altres produccions particulars emprant biomassa que, en tot cas, no superarien l'u per cent del total.

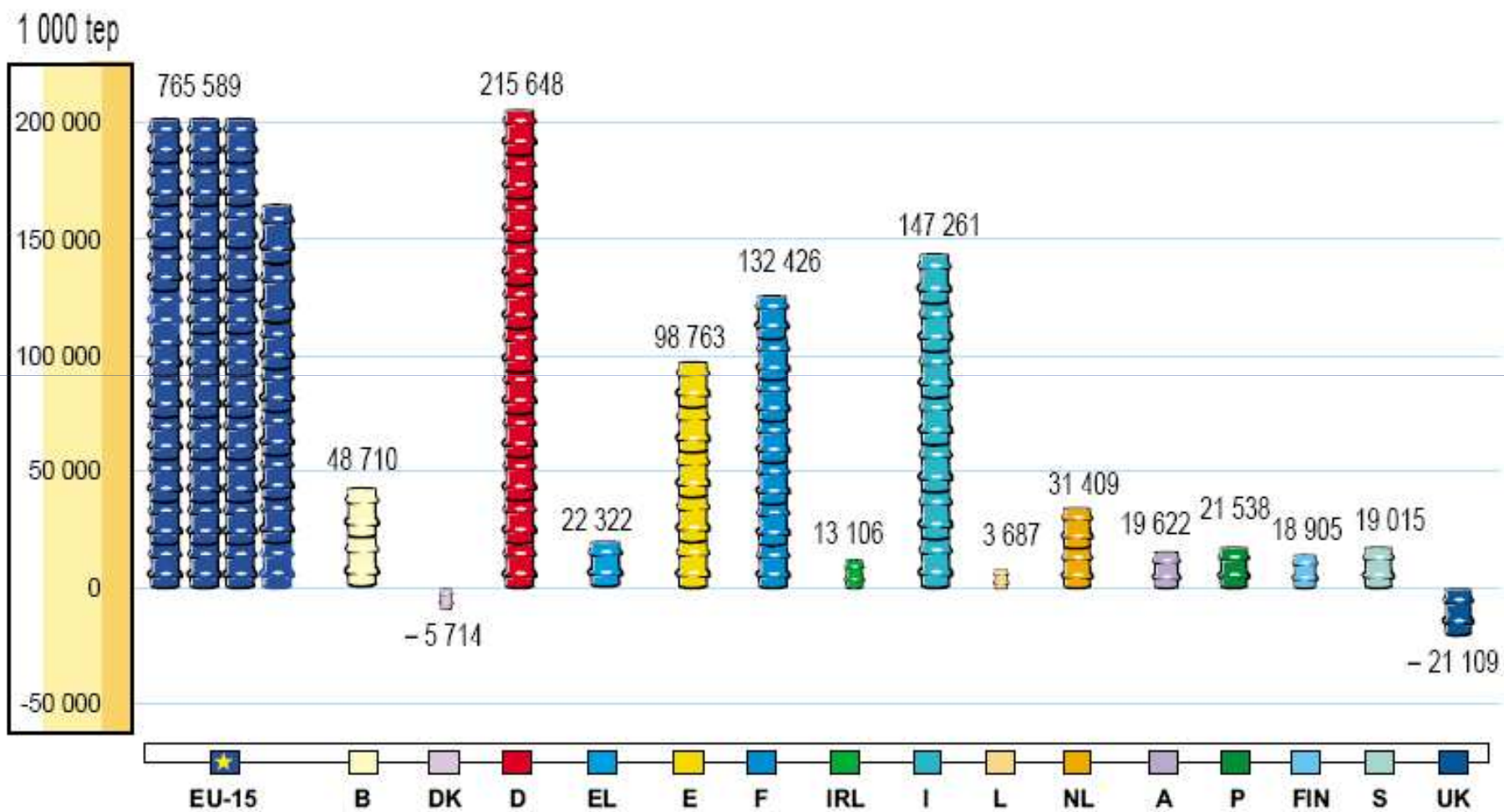
Porcentaje de la producción de electricidad en EU-15



Catalunya

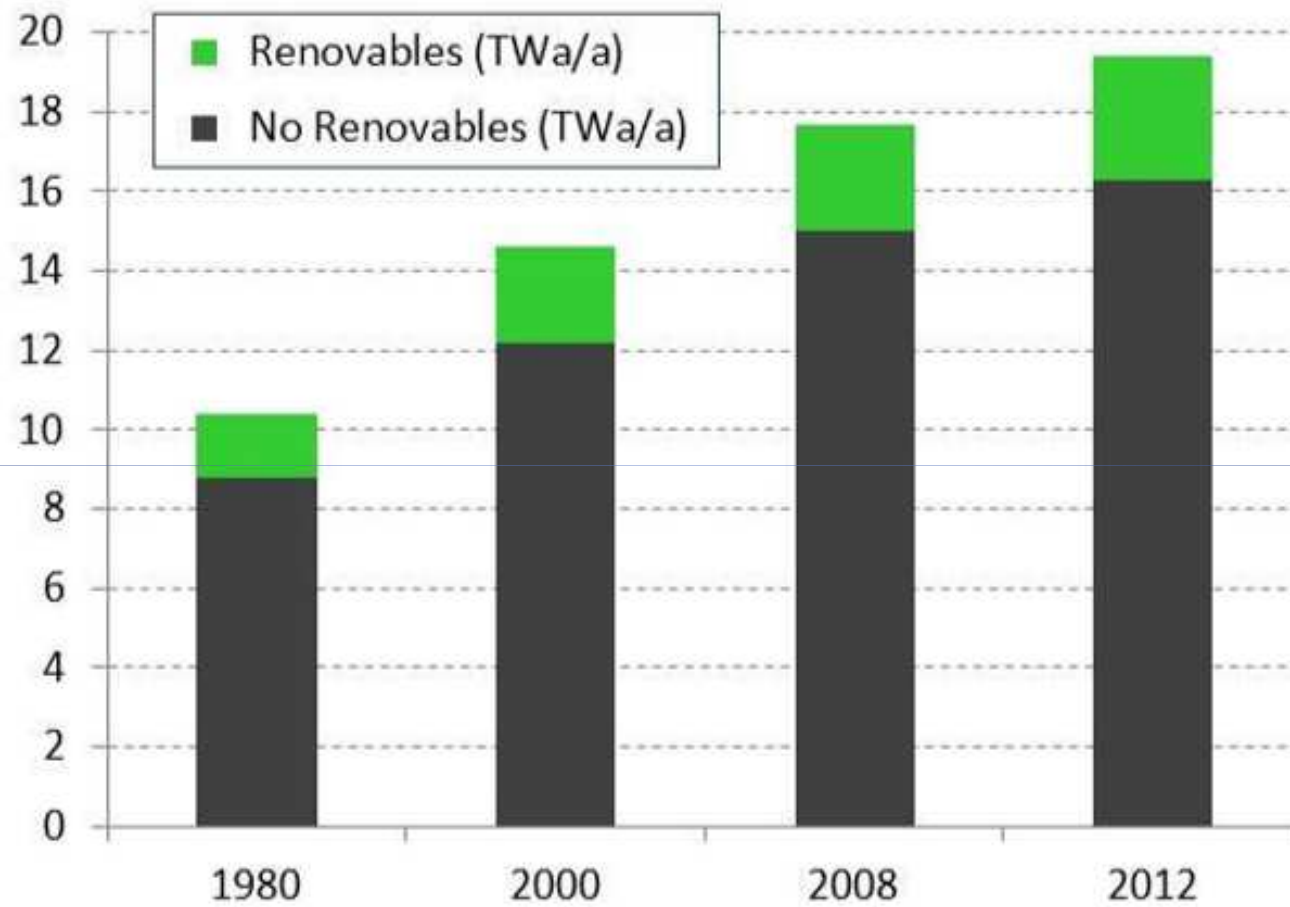


Importaciones netas de energía primaria



Ús de l'energia primària al món (www.eia.gov)

TWa/a	1980	2000	2008	2012	%
Petroli	4,83	5,20	5,72	5,99	31,0%
Carbó	2,34	3,09	4,57	5,17	26,8%
Gas natural	1,80	3,04	3,53	4,17	21,6%
Urani	0,25	0,86	0,91	0,82	4,3%
NO RENOVABLES	8,78	12,19	15,01	16,15	83,7%
Biomassa	0,99	1,30	1,54	1,65	8,5%
Hidràulica	0,60	0,89	1,03	1,16	6,0%
Altres renovables	0,016	0,10	0,15	0,35	1,8%
RENOVABLES	1,60	2,39	2,66	3,16	16,3%
TOTAL	10,38	14,58	16,89	19,31	100,0%



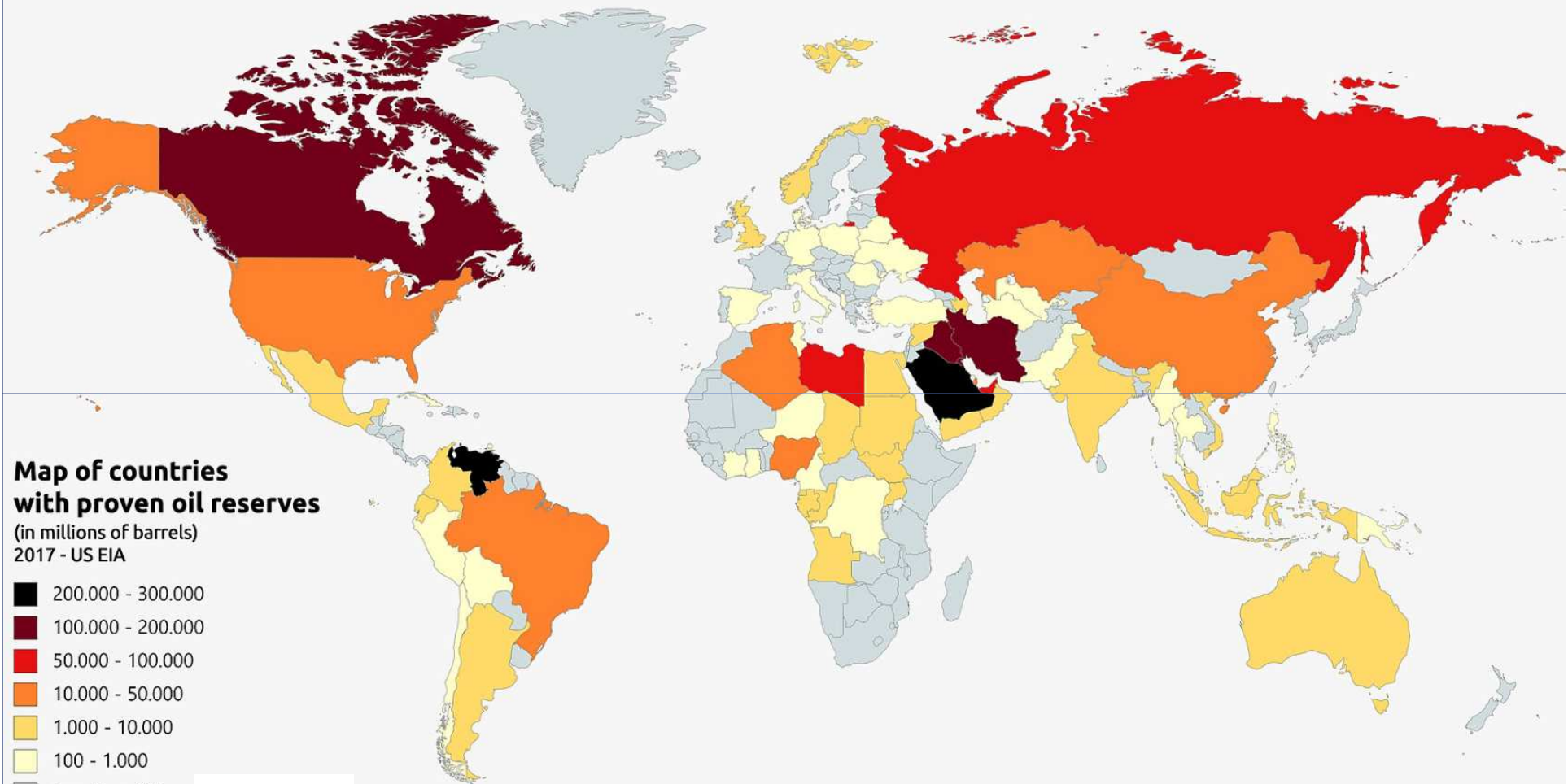
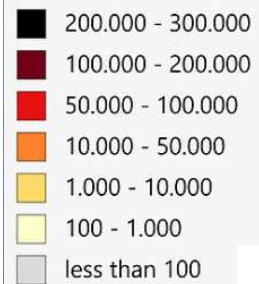
Any	Energia Total GW ^b	Energia Renewable GW ^b	Energia NR ^a GW ^b	Relació NR ^a /total %	Terres de cultiu Mkm ²	Població Mhab	Energia / habitant W/hab	Cultiu / habitant ha/hab
1800	500	490	10	2,0%	4,9	978	510	0,5
1850	700	630	70	10,0%	6,3	1.262	555	0,5
1900	1.455	755	700	48,1%	8,3	1.650	883	0,5
1945	2.575	890	1.685	65,4%	10,6	2.368	1.087	0,45
1973	9.040	1.300	7.740	85,6%	13,7	3.918	2.307	0,35
2012	19.300	3.155	16.145	83,7%	14,0	7.017	2.750	0,20

^a No Renewable. ^b Els usos energètics es donen en fluxos: GW, giga (= milers de milions) watts;

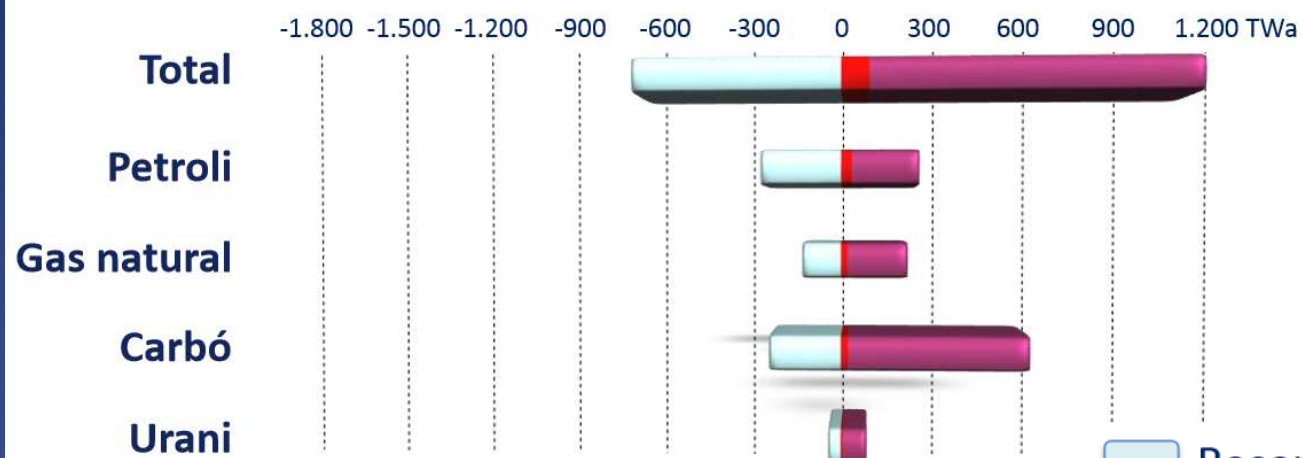
Estimacions elaborades a partir de diverses fonts. Energia: EIA (*Energy Information Administration* del govern dels EUA; i IEA (*Agència Internacional de l'Energia*, de l'OCDE. Emissions (i energia) des de 1800: CDIAC (*Carbon Dioxide Information Analysis Center*; govern dels EUA). Terres de cultiu: FAO, Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació. Terres de cultiu des de 1700: Ramankutty i Foley (1999), *Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992*, *Global Biogeochemical Cycles* 13(4), pp. 997-1027. Població: diverses fonts.

Map of countries with proven oil reserves

(in millions of barrels)
2017 - US EIA

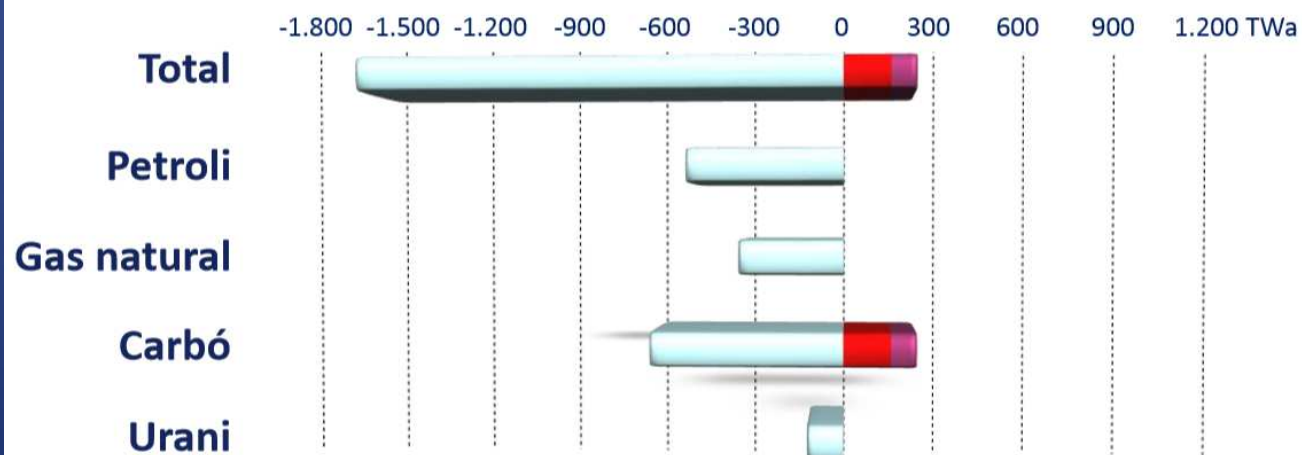


2012



Reserves ja esgotades
 Consum propers 5 anys
 Reserves restants

2052





United States Shale Gas Plays

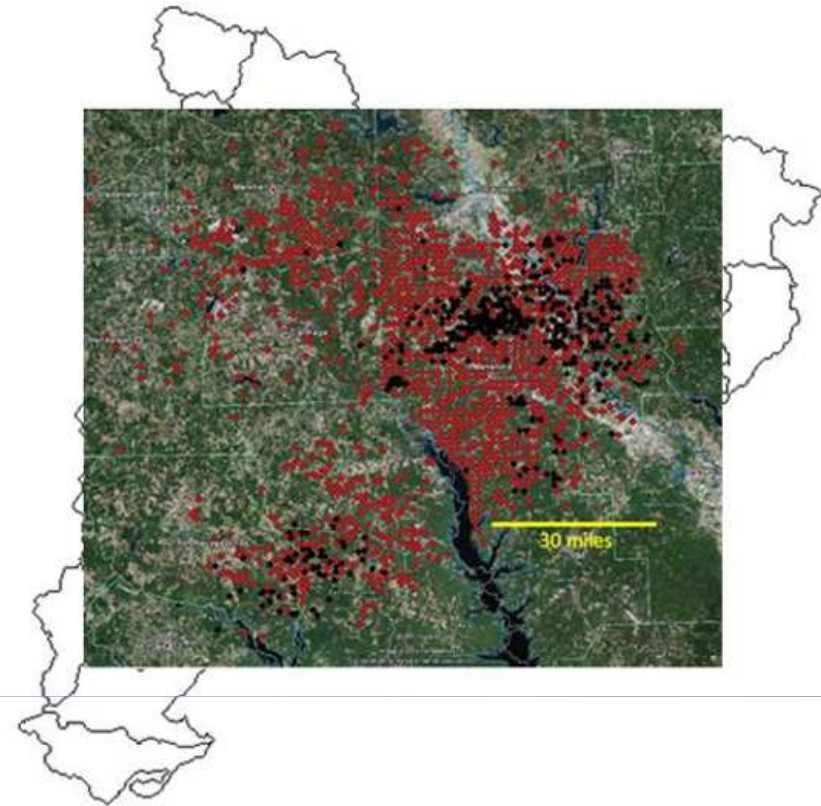


Shale Gas Plays
Basins

Stacked Appalachian Plays

Marcellus
Utica
Devonian (OH shale)

November 2008
0 150 300 600 Miles



Fracking?



La quantitat de persones que poden viure al mateix temps damunt la Terra i quan i quant plenament poden viure són coses que depenen de la seva aptitud per a controlar l'energia.

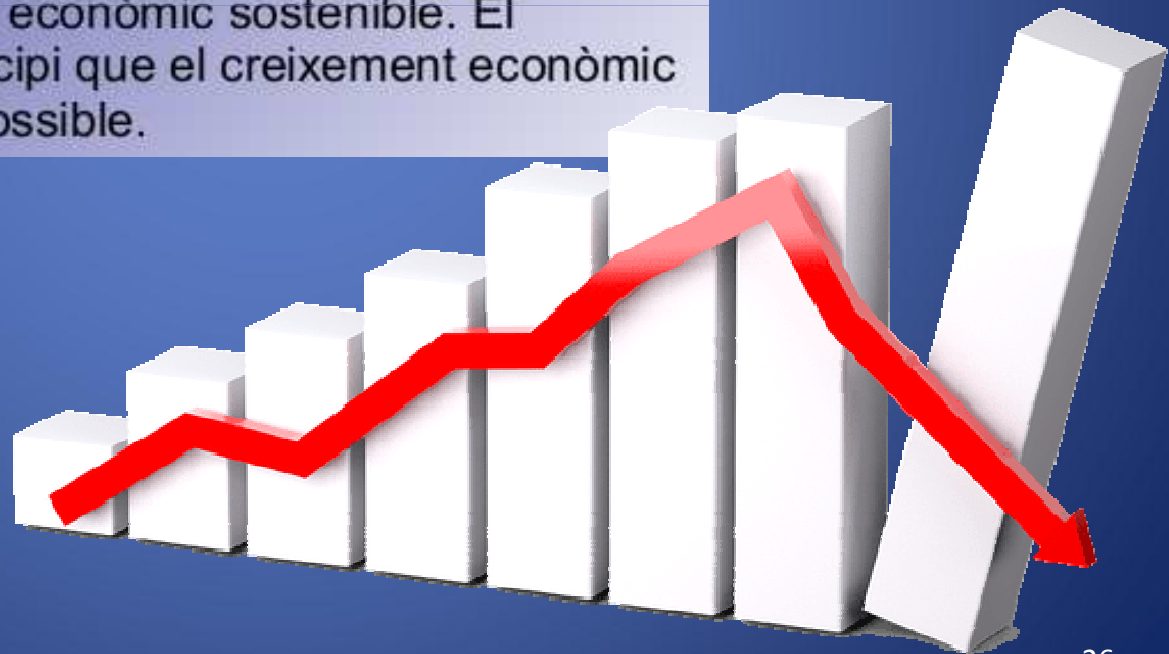
George Russell (1956)

Decreixement?

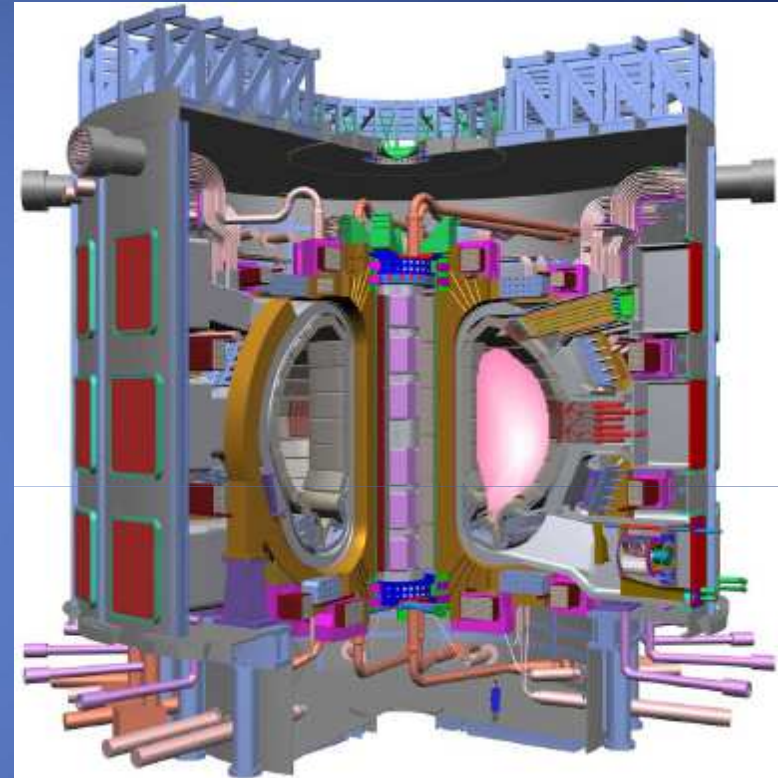
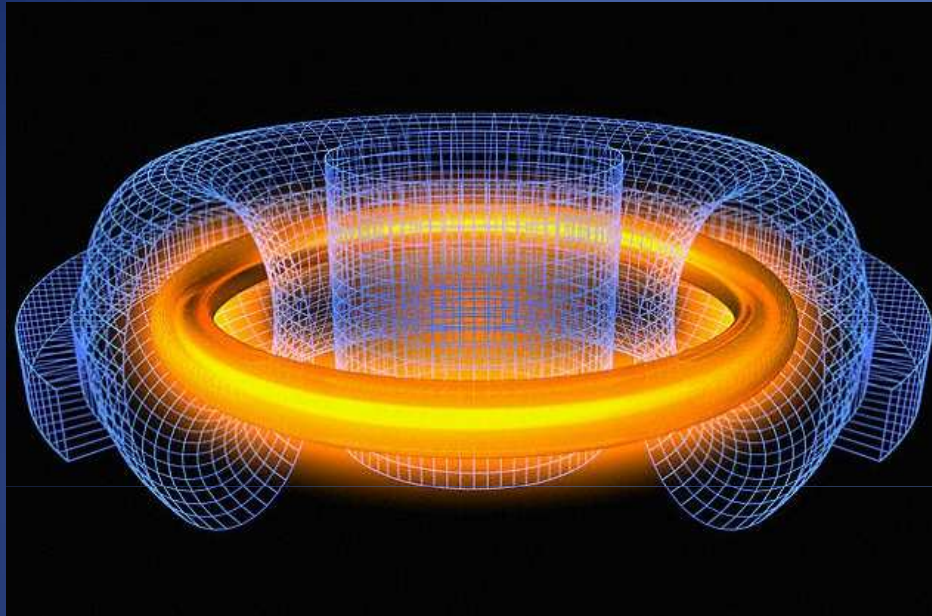
DEFINICIÓ

corrent de pensament polític, econòmic i social favorable a la disminució regular controlada de la producció econòmica amb l'objectiu d'establir una nova relació d'equilibri entre l'ésser humà i la natura, però també entre els mateixos éssers humans.

ja no és viable un creixement econòmic sostenible. El decreixement parteix del principi que el creixement econòmic infinit en un món finit no és possible.

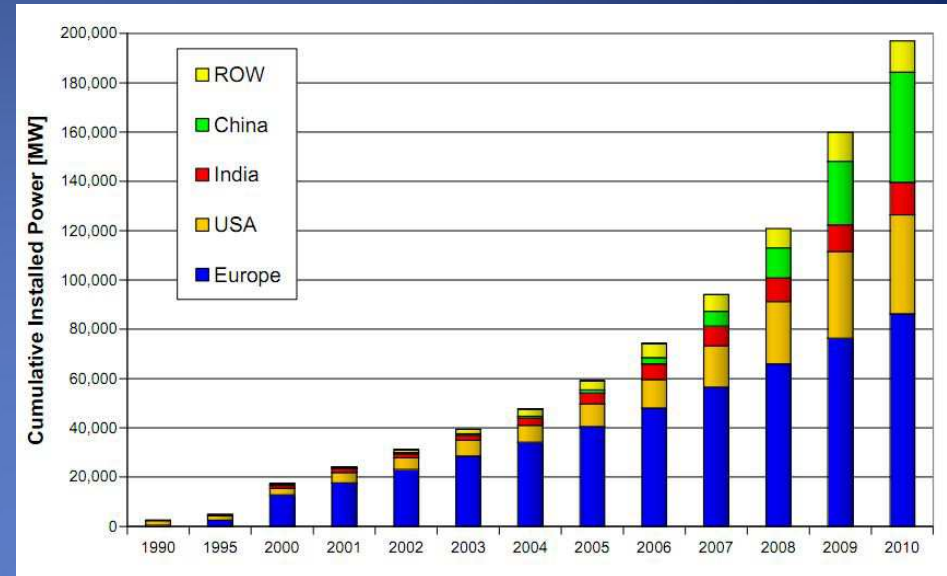


Fusió nuclear?



ITER (Cadarache)

Renovables!





La situació energètica d'Andorra es caracteritza per una dependència gairebé total de l'exterior (>95%) i una alta supeditació als combustibles fòssils, un recurs finit i subjecte a una alta volatilitat tant en preu com en disponibilitat.

En el cas de l'energia elèctrica, tan sols un 15% de la demanda nacional es generada de forma autòctona gairebé íntegrament a partir de l'energia hidroelèctrica.



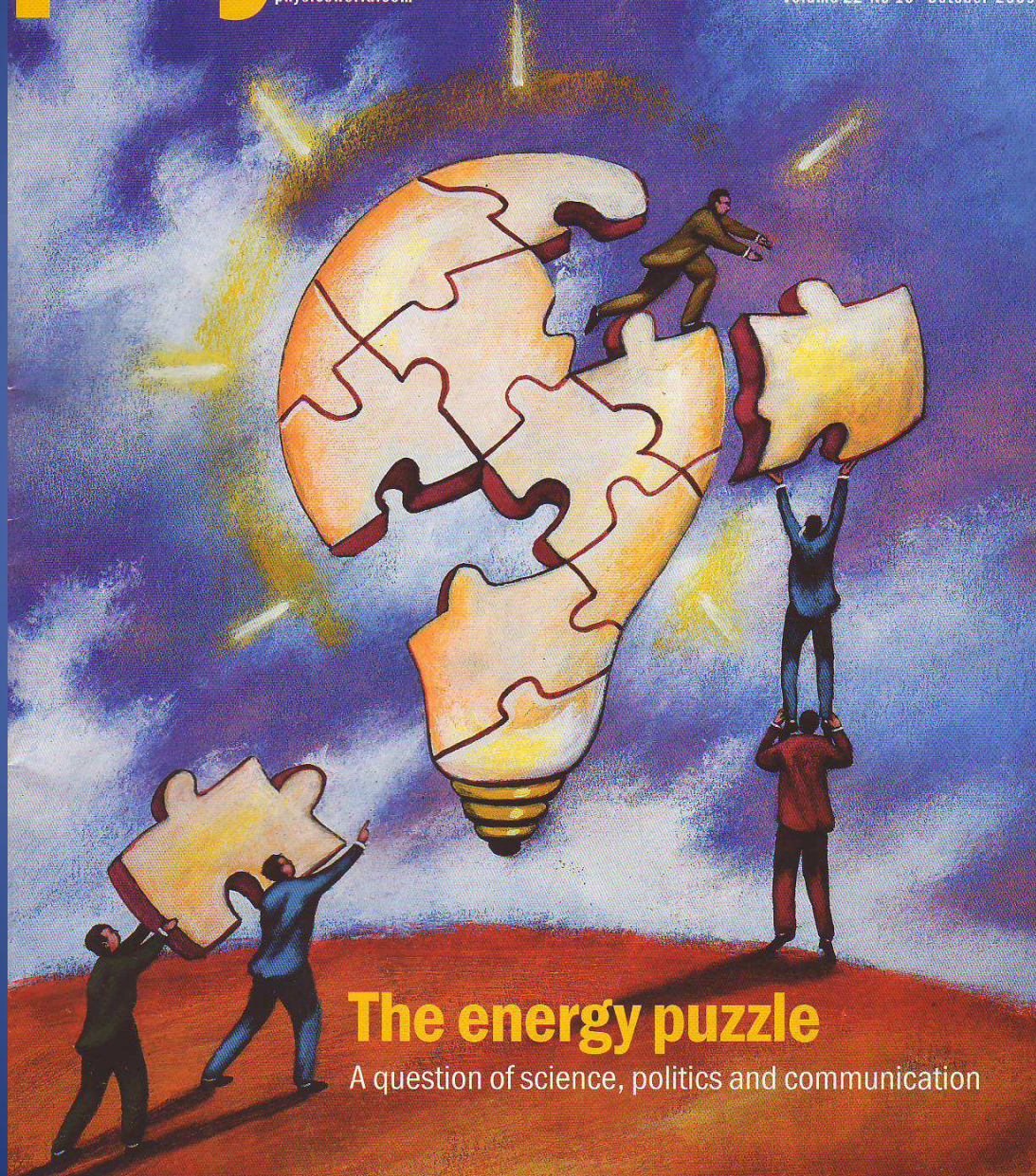
L'energia solar ha demostrat tenir la capacitat de convertir àrees amb usos eminentment residencials i comercials en punts de generació energètica local.

Segons una estimació del Llibre Blanc de l'Energia, cobrint l'1,1% del territori amb panells fotovoltaics permetria satisfer el consum elèctric actual d'Andorra (uns 600 GWh a l'any).

physicsworld

physicsworld.com

Volume 22 No 10 October 2009



The energy puzzle

A question of science, politics and communication

La transició energètica del segle XXI...

El sistema econòmic actual se sosté gràcies al creixement o a l'esperança que es podrà tornar a créixer

El creixement actua com un factor d'estabilitat social.

Mentre la majoria de la població percep que la seva situació econòmica millora, no es pregunta com milloren els altres

L'estabilitat es basa, doncs, en la **participació d'una gran majoria de la població en la riquesa creixent**, encara que sigui de manera molt desigual

Fins ara, el **creixement econòmic** ha estat associat a un ús **també creixent de recursos de la naturalesa**. En els darrers dos segles, el creixement s'ha accelerat amb el consum massiu de recursos no renovables

El creixement basat en recursos no renovables condueix de manera inexorable al seu **esgotament** i, en definitiva, al **col·lapse** de tot el sistema econòmic

Sota l'aparença de normalitat, avui en dia estem entrant en una fase d'inestabilitat. Els recursos i les energies no renovables tard o d'hora declinaran

Estem, doncs, en un moment en el que cal **implementar la transició energètica cap el 100% d'energies renovables**

El gran canvi: Viure d'un stock o viure d'un flux

Viure de les energies no renovables és **viure d'un stock**

Viure de les energies renovables és **viure d'un flux**

En termes econòmics, **viure d'un stock és anàleg a viure d'un capital, mentre que viure d'un flux és anàleg a viure d'un salari**

Viure d'un flux condiona el ritme d'ús, però no el limita en el temps. En canvi, viure d'un stock permet modular a voluntat el consum i créixer al ritme que es vulgui (mentre duri el stock)

En funció de si l'activitat humana es basa en recursos de stock o en recursos de flux, resulten més fàcils uns comportaments individuals i col·lectius que altres

El gran canvi: Viure d'un stock o viure d'un flux?

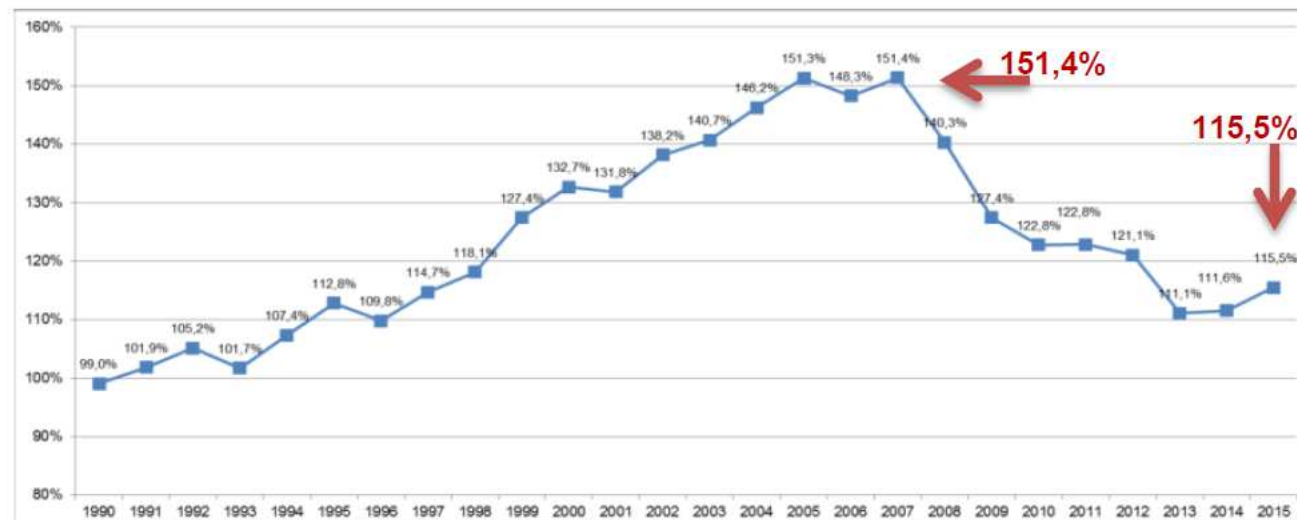


...i el medi ambient?

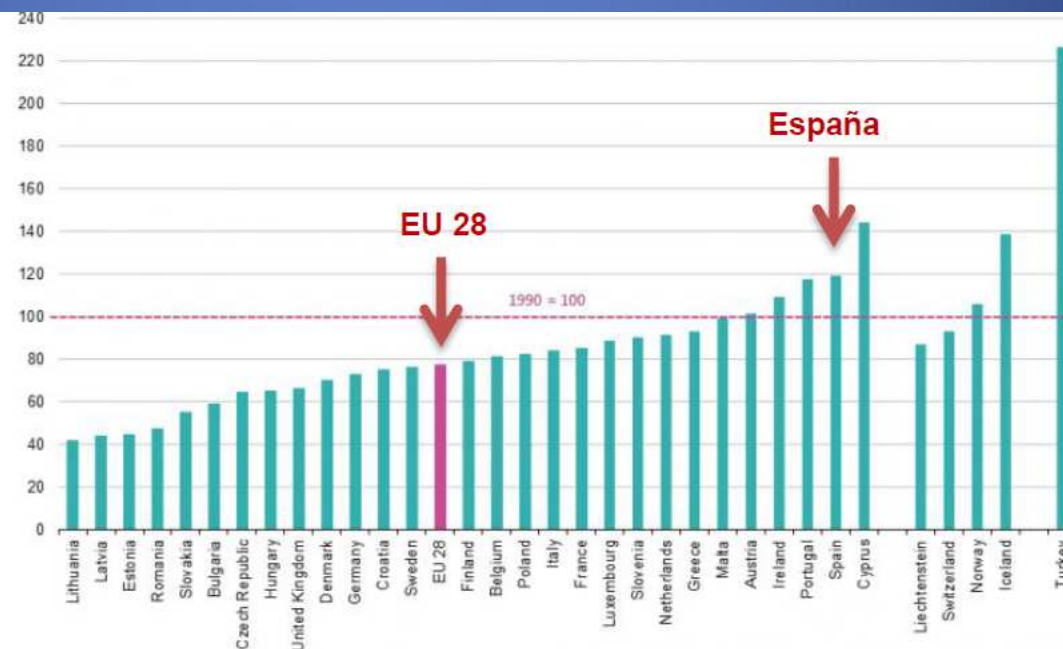
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

- España, 2015: El total de GEI se ha incrementado en comparación con 2013 y 2014:

Ministerio de
Agricultura y Pesca,
Alimentación
y Medio Ambiente
(MAPAMA)
*Inventario de GEI
en España
1990-2015*



EUROSTAT
Greenhouse gas
emission statistics
Junio 2017





2020 Package

GHG Emissions Reduction

20% compared to 1990

Binding via ETS and Effort Sharing Decision

Increase of Renewable Energy Use

20% of total energy consumption

Binding via Renewable Energy Directive

Increase of Energy Efficiency

20% compared to baseline scenario

Binding via Energy Efficiency Directive

2030 Framework

GHG Emissions Reduction

40% compared to 1990

Binding via ETS and ESD methodology

Increase of Renewable Energy Use

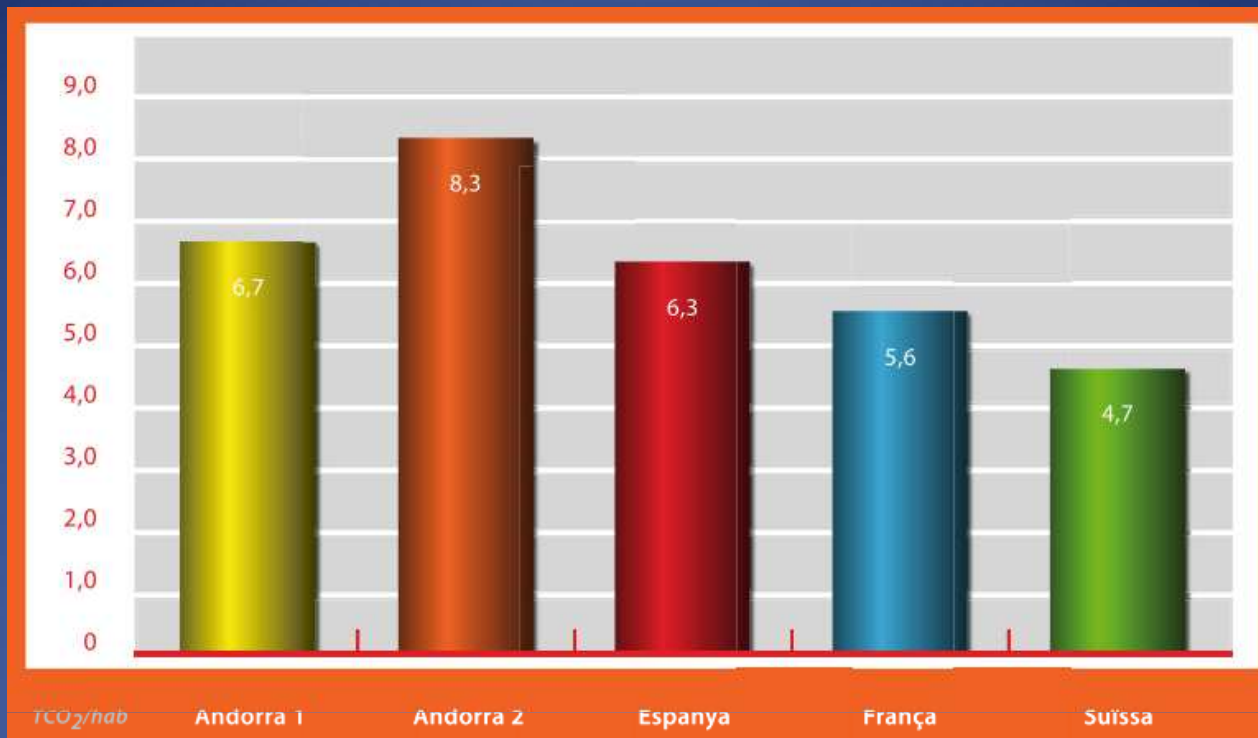
27% of total energy consumption

Only binding at EU level

Increase of Energy Efficiency

27% compared to baseline scenario

Only binding at EU level

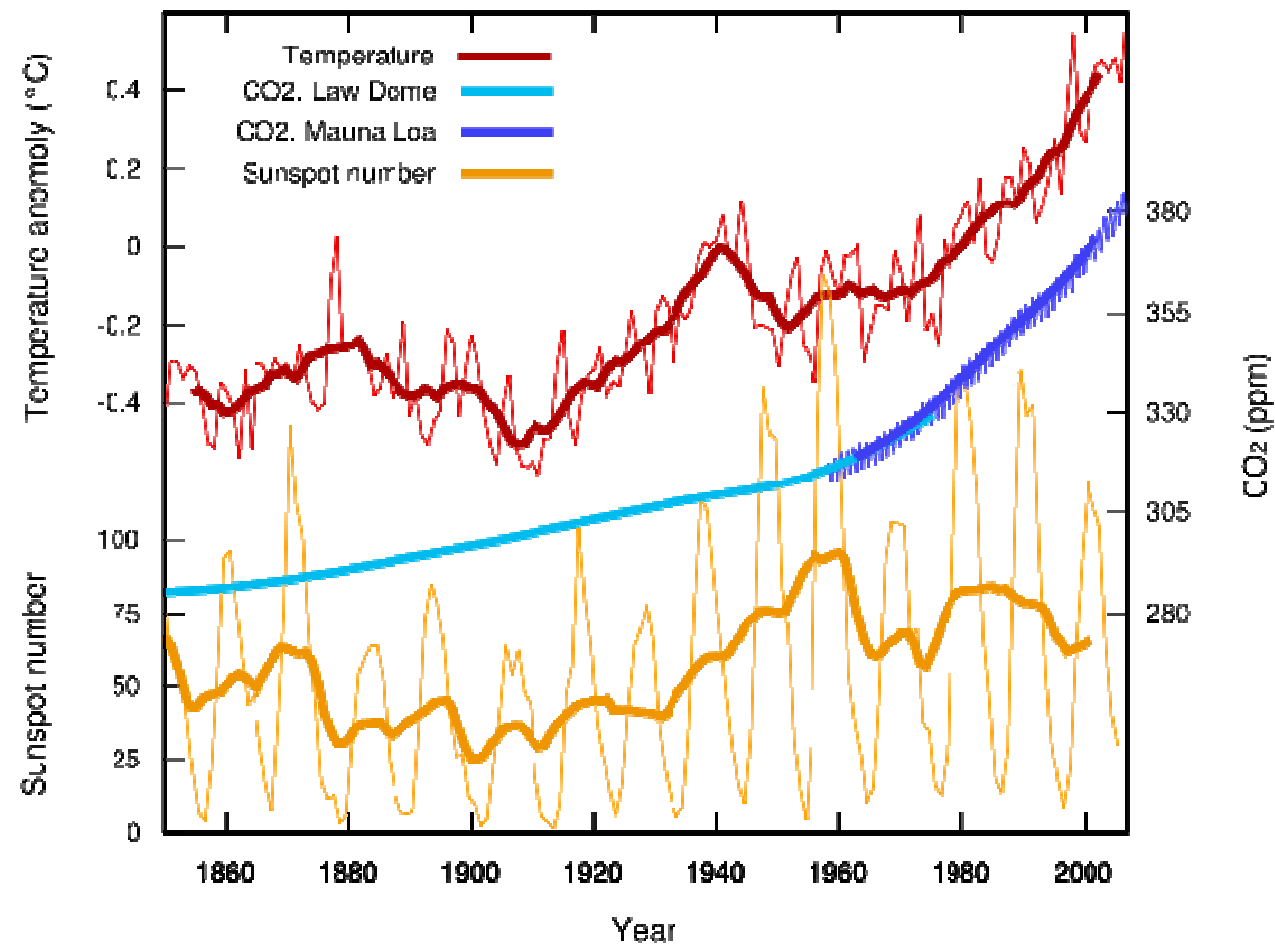


Andorra necessita triplicar el seu bosc per absorbir el CO₂ que genera

Les emissions anuals de diòxid de carboni ascendeixen als 151.000.000 de quilograms



Temperature, CO₂, and Sunspots

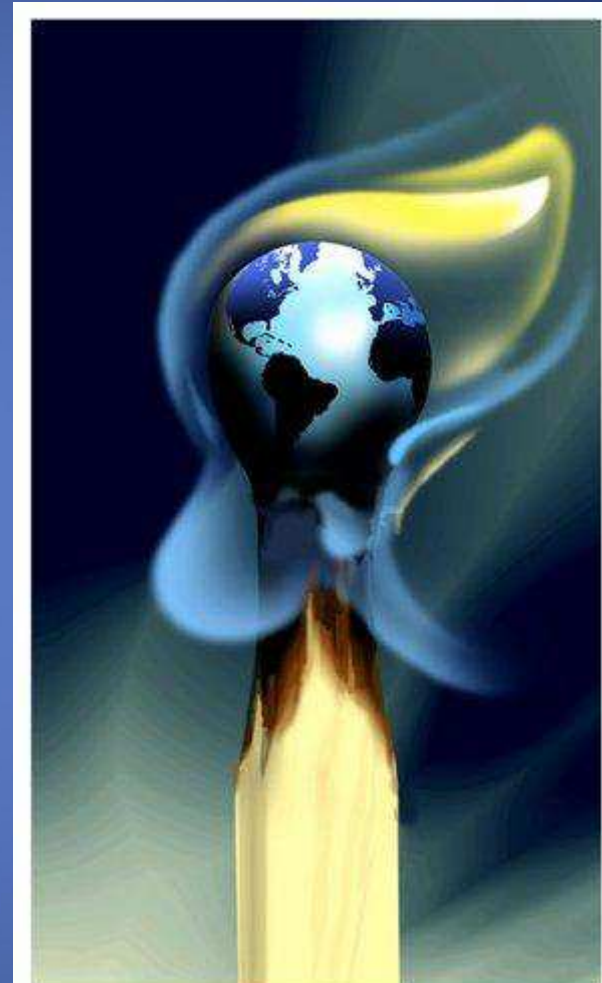




1979 SSM/I Composite Data



2003 SSM/I Composite Data



Progress Has Been Made to Establish Climate Related Goals

1992: Earth Summit, Rio de Janeiro

- Creation of U.N. Framework Convention on Climate Change
- Framework for international cooperation to combat climate change and adaptation

2005: COP 11, Montreal

- Kyoto signatories extend agreement and seek deeper emissions cuts

2015: COP 21, Paris

- 195 countries commit to reducing greenhouse gas emissions
- Set goal of limiting global warming to below 2°C



1995: Conference of the Parties ("COP") 3, Kyoto

- Adoption of Kyoto Protocol
- Set carbon emissions targets
- Largest greenhouse gas emitters (U.S. and China) did not ratify

2011: COP 17, Durban

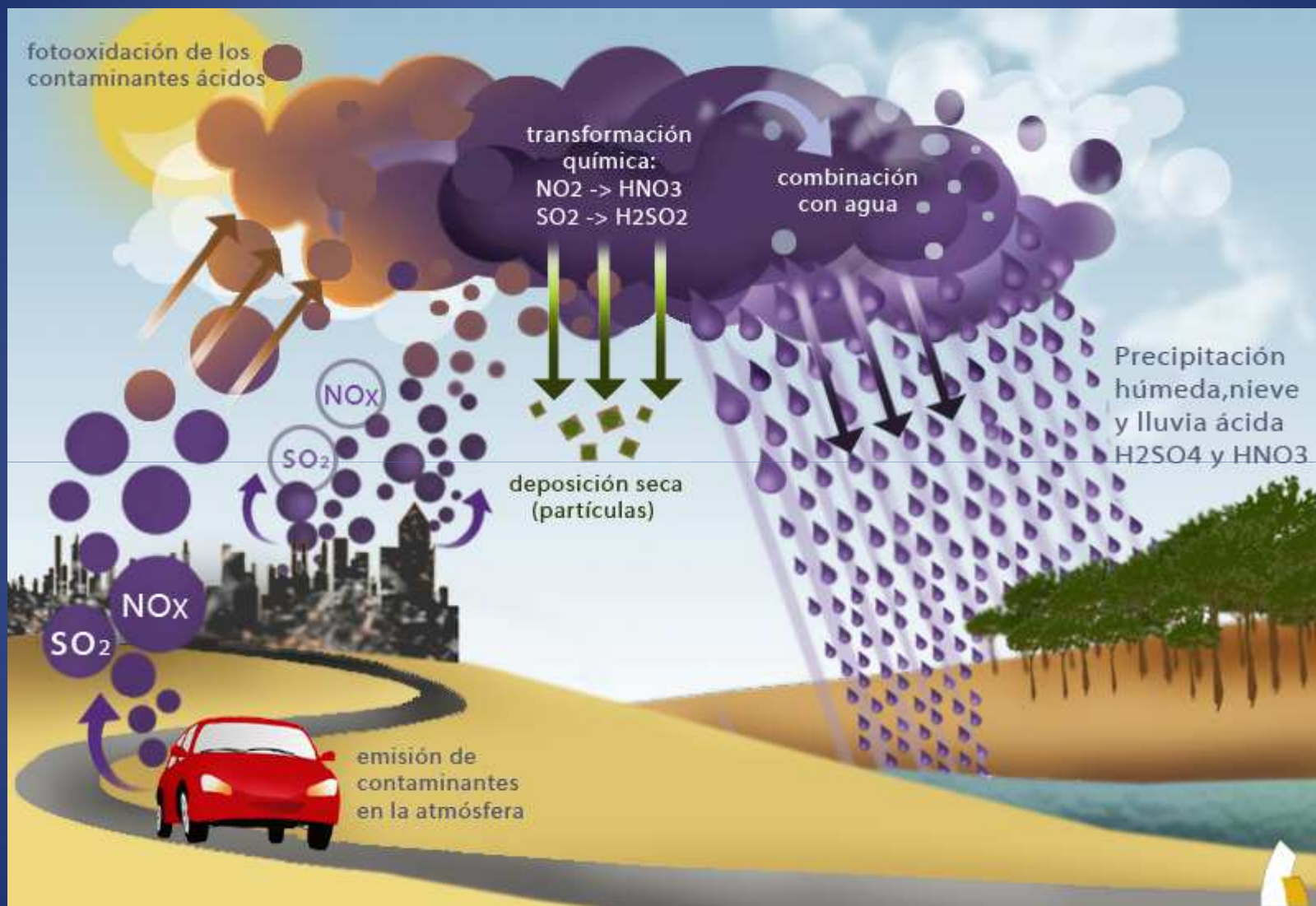
- Participants agree to work towards legally binding deal
- Established Green Climate Fund to assist developing countries

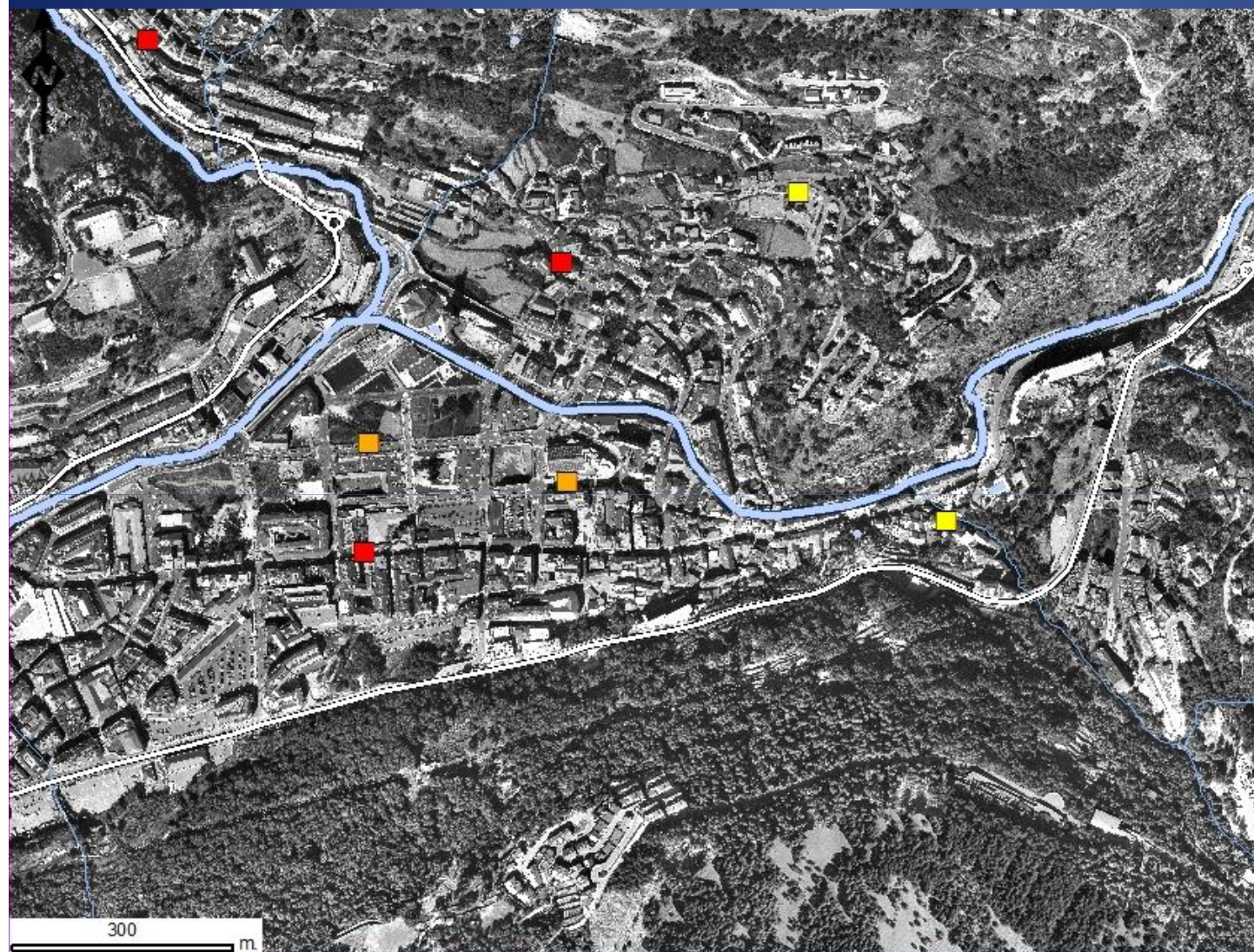
2016: Paris Agreement Ratified

- Countries representing >55% of greenhouse gas emissions ratify agreement
- Includes U.S. and China









**Mapa d'immissions captades
per les estacions de vigilància
de la qualitat de l'aire**

**Parròquia d'Escaldes-Engordany
Any 2015**

Contaminant: NO2

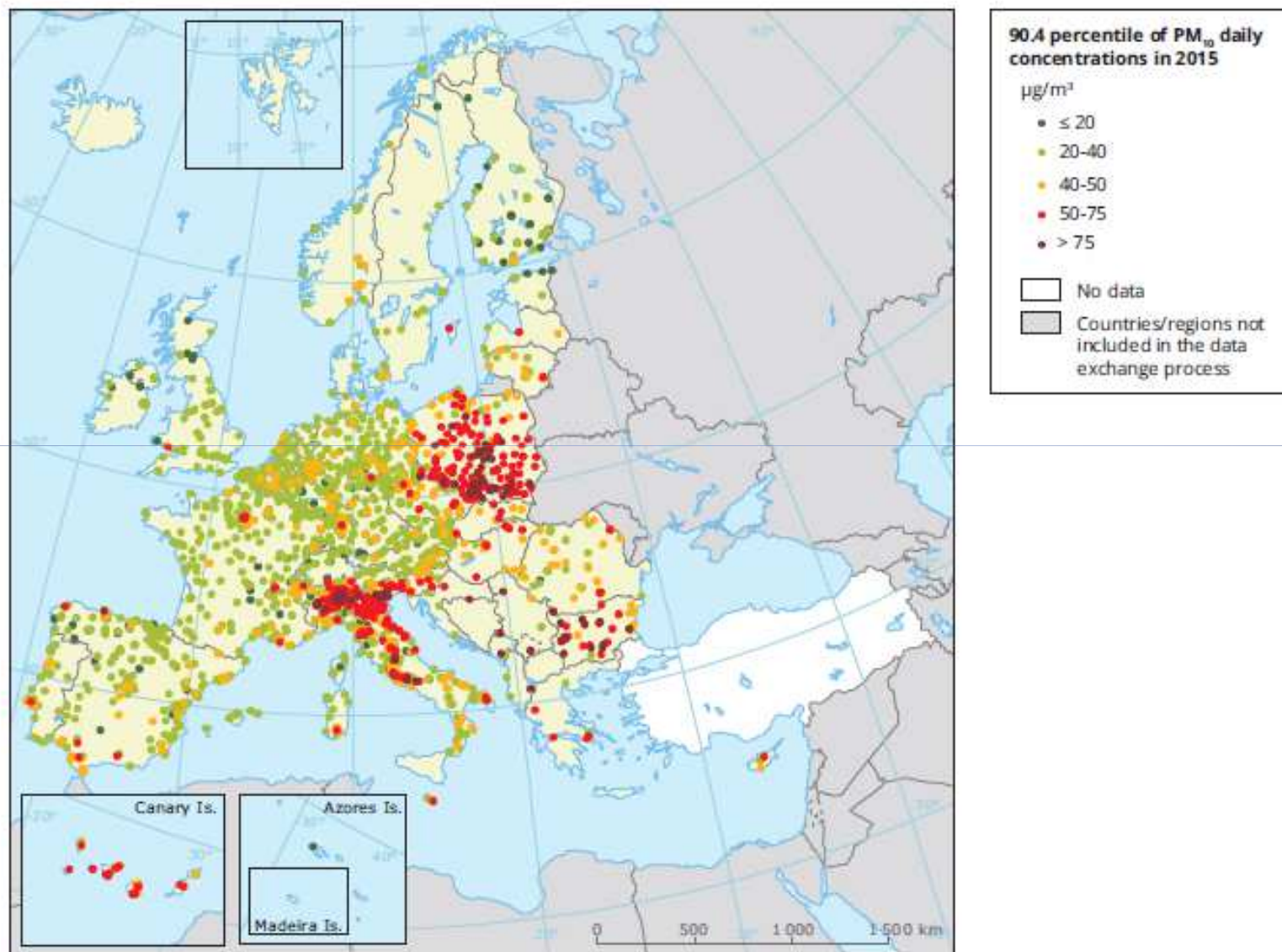
Llegenda

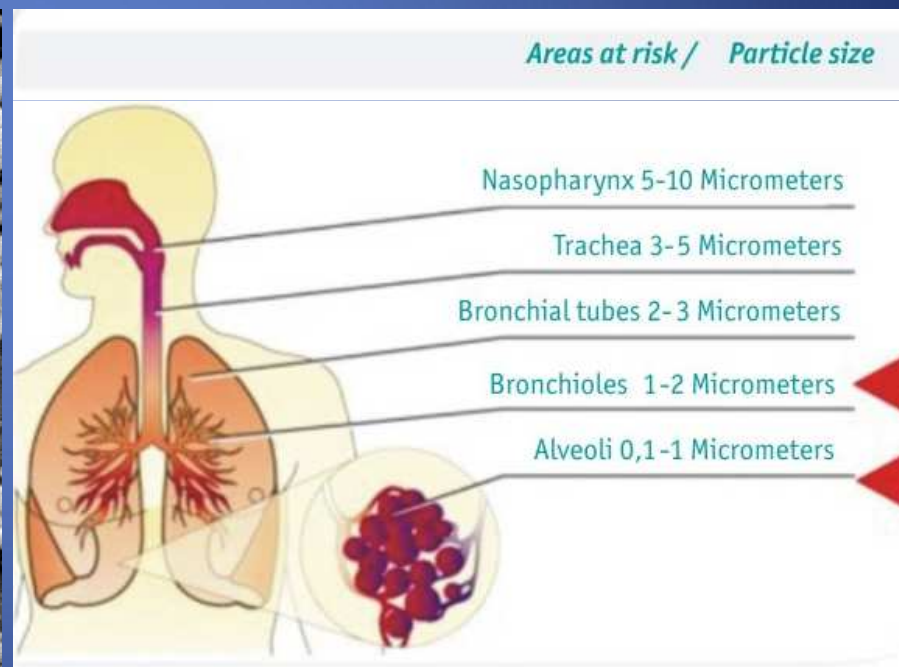
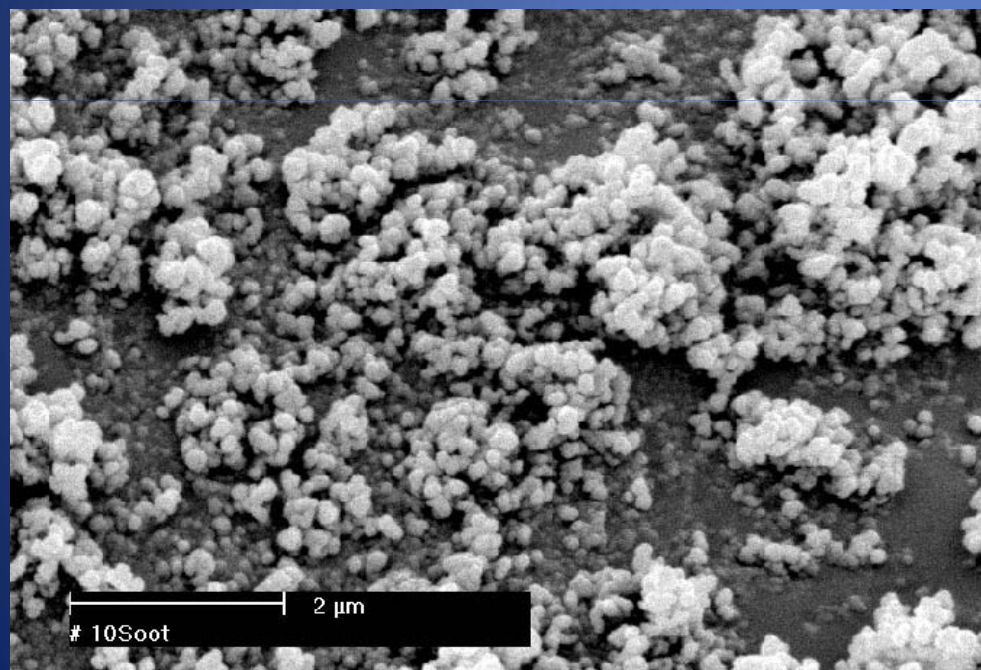
- Carretera General
- Altra via de comunicació
- Edificis

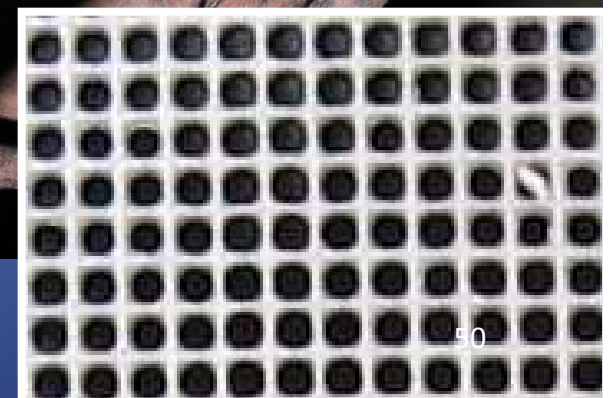
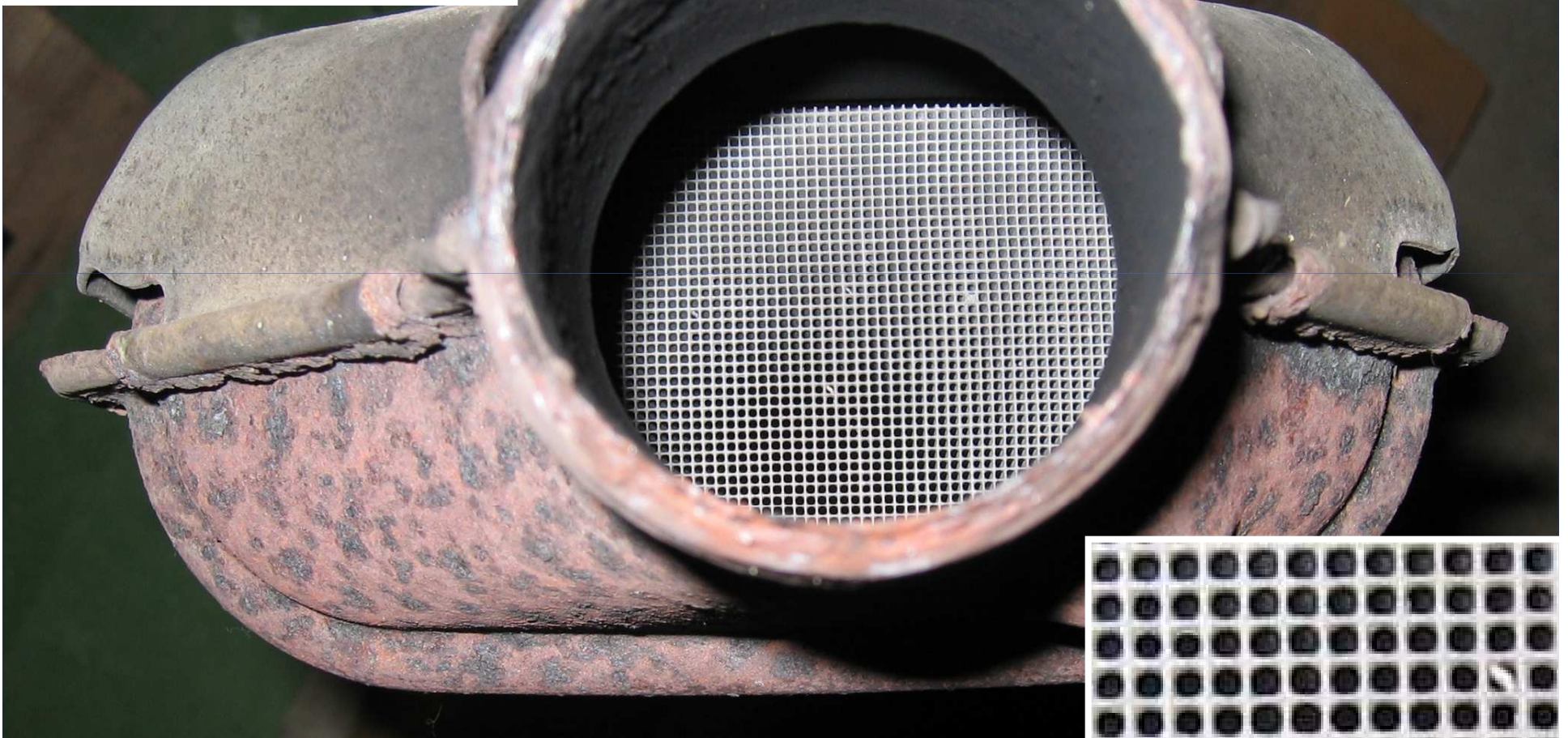
- △ Xarxa automàtica
 - Xarxa manual
 - Deposicions
- | | |
|--|-------------------------------|
| | 0 - 20 microg/m ³ |
| | 21 - 30 microg/m ³ |
| | 31 - 40 microg/m ³ |
| | 41 - 60 microg/m ³ |
| | >60 microg/m ³ |



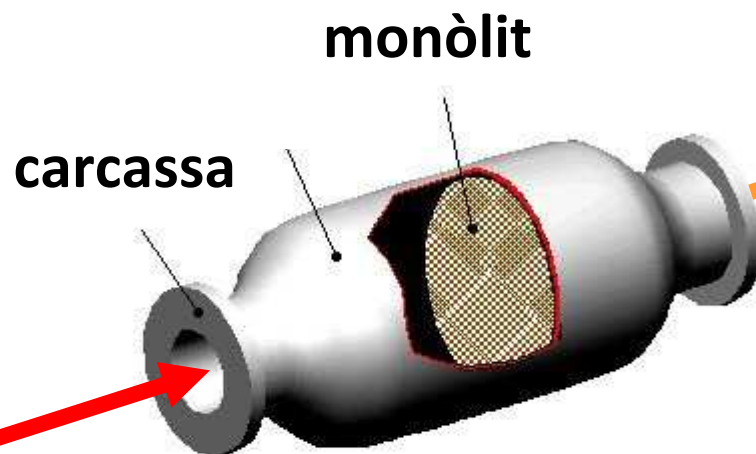
Map 4.1 Concentrations of PM₁₀, 2015 — daily limit value



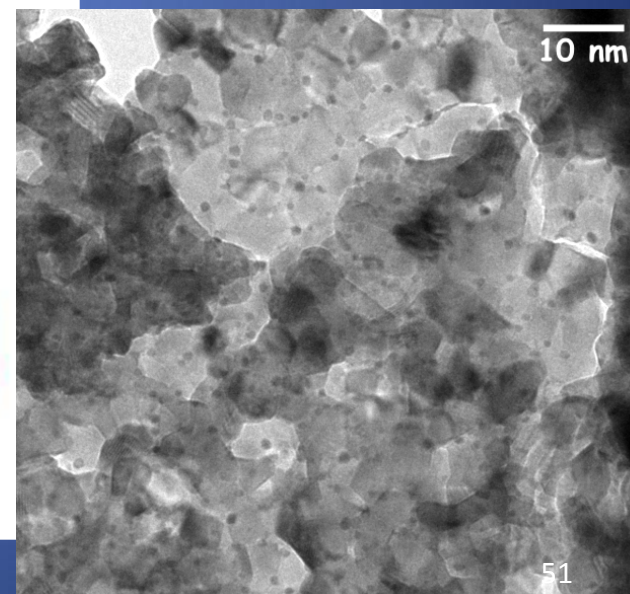
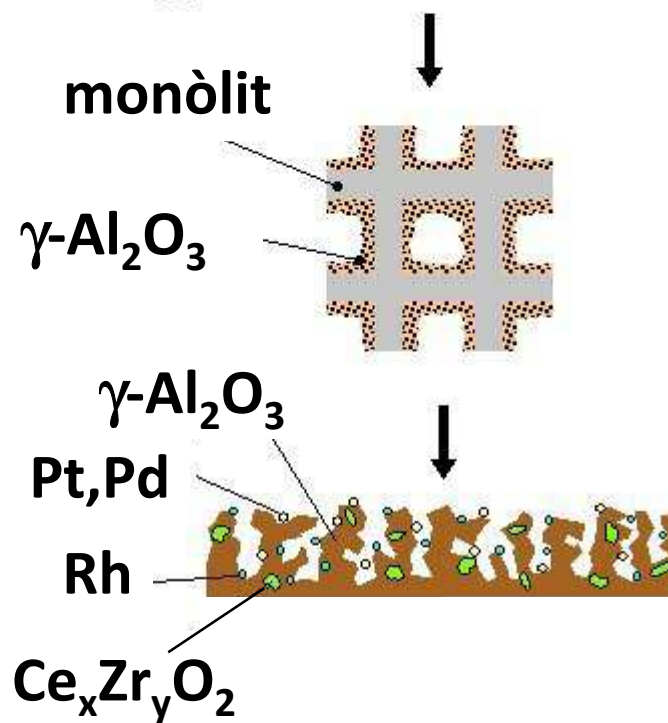




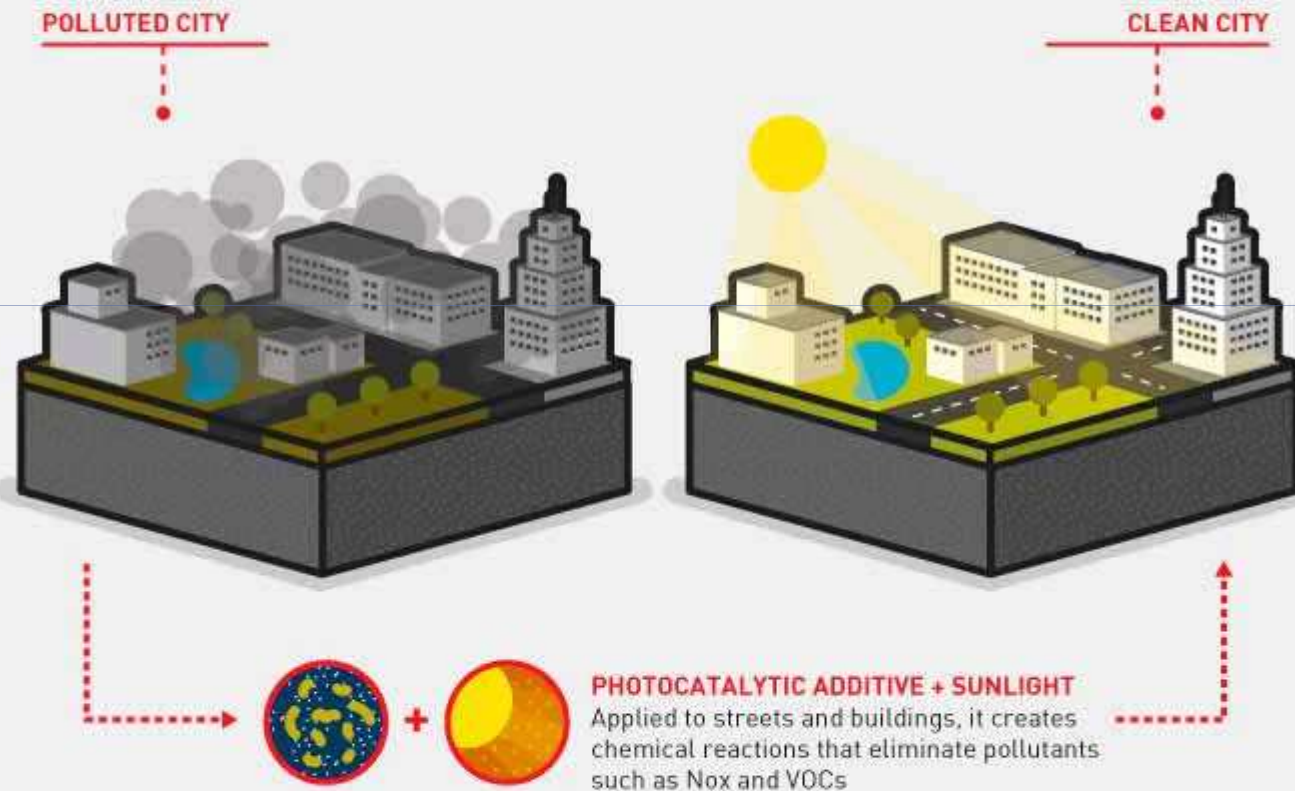
CO
NO_x
CH_x
sutge



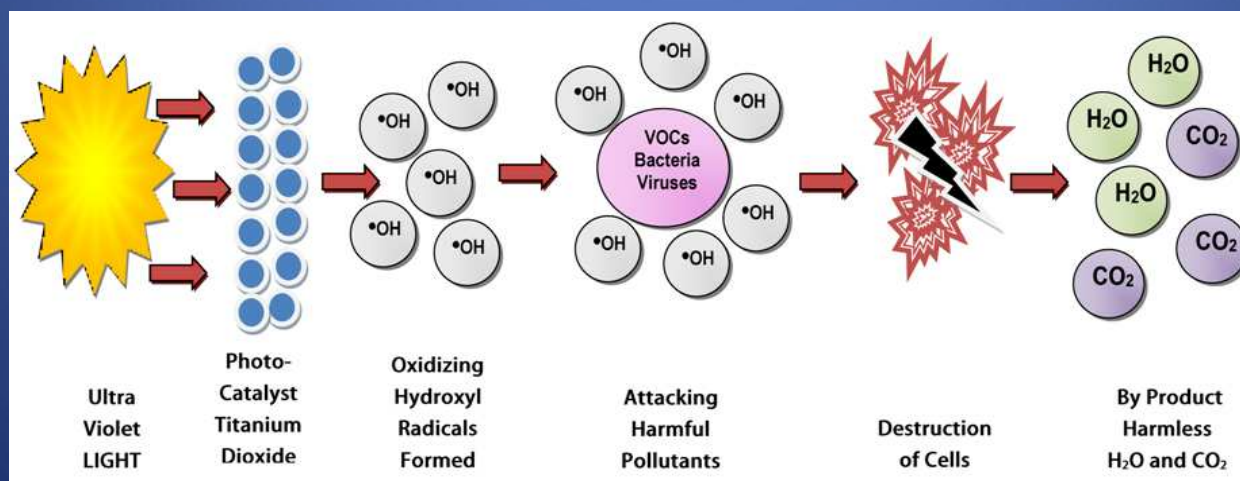
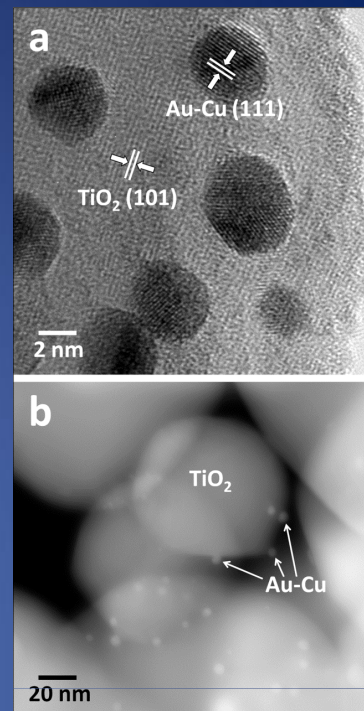
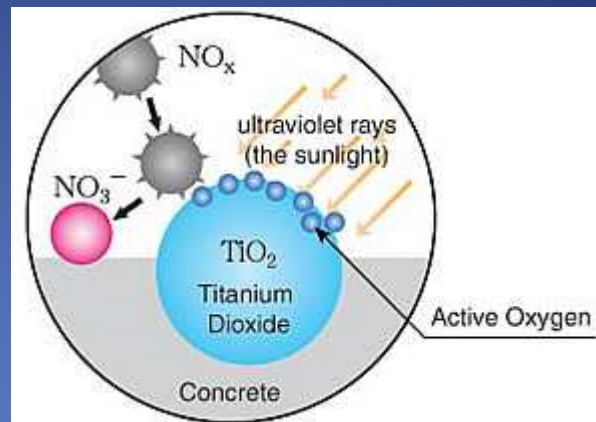
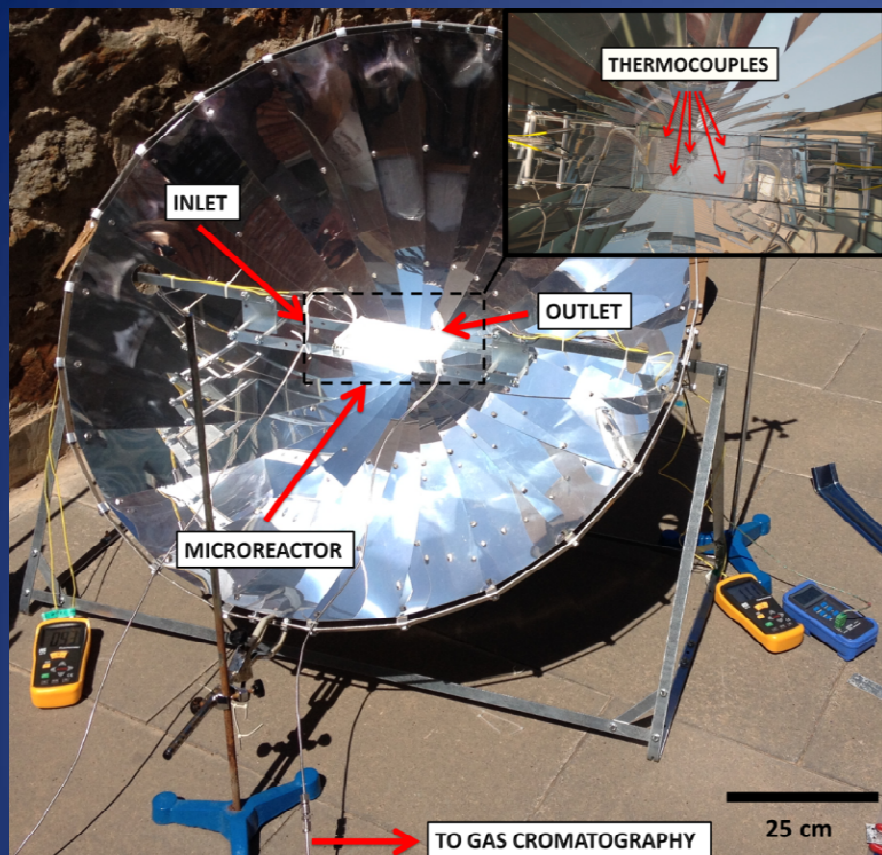
CO₂
N₂
H₂O



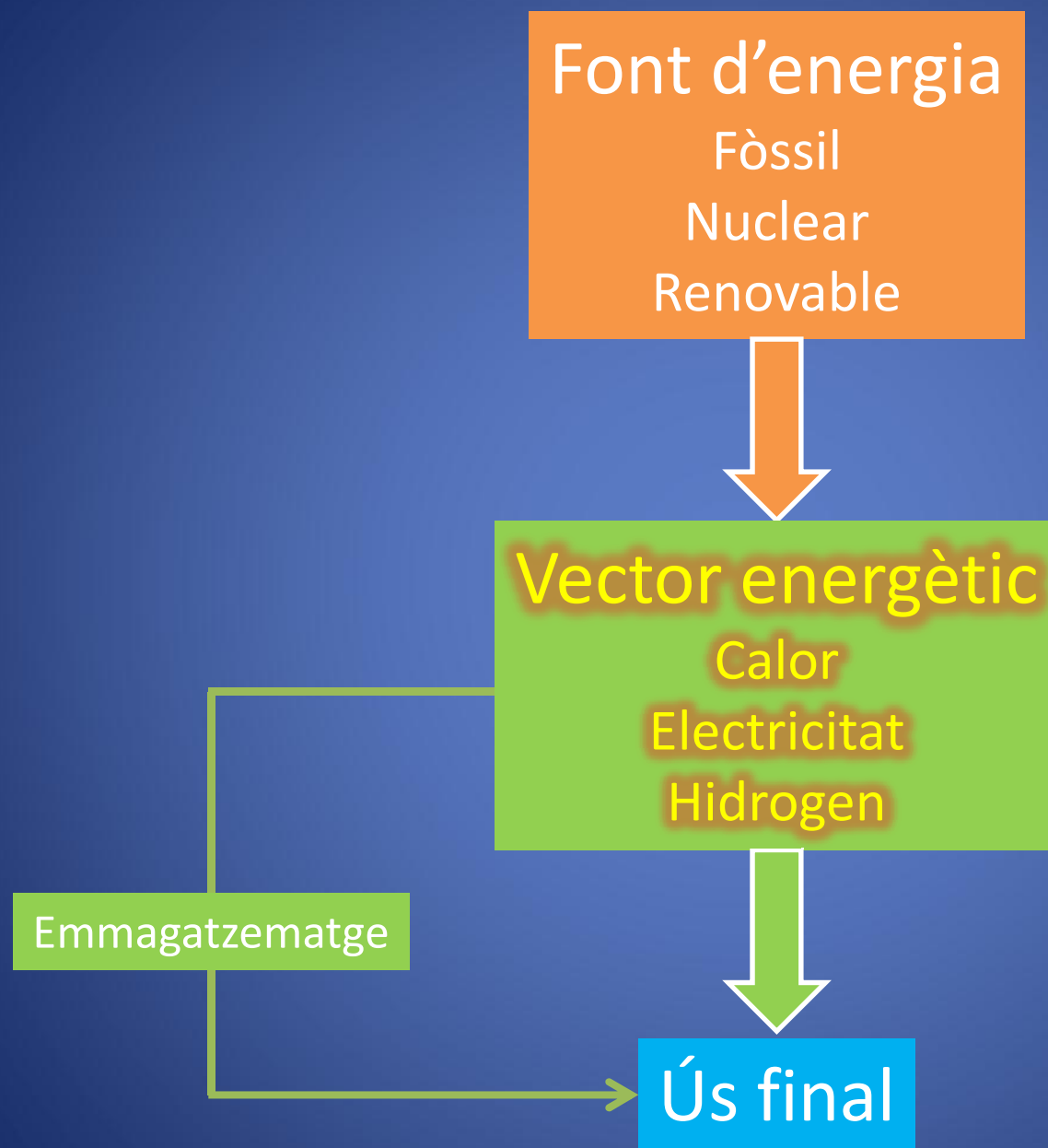
PHOTOCATALYSIS: SUNLIGHT FOR CLEANING CITIES



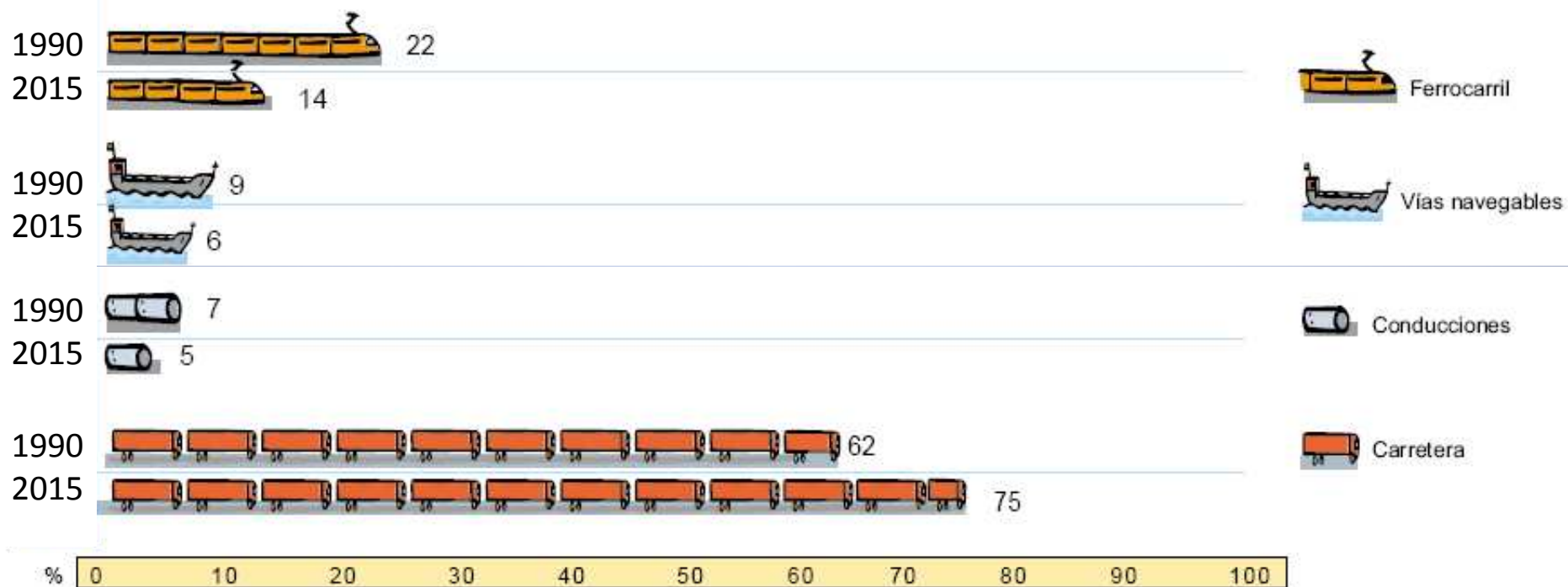
THE PHOTOCATALYTIC ADDITIVE CARES FOR THE ENVIRONMENT,
PROTECTS OUR HEALTH AND IMPROVES THE APPEARANCE OF BUILDINGS



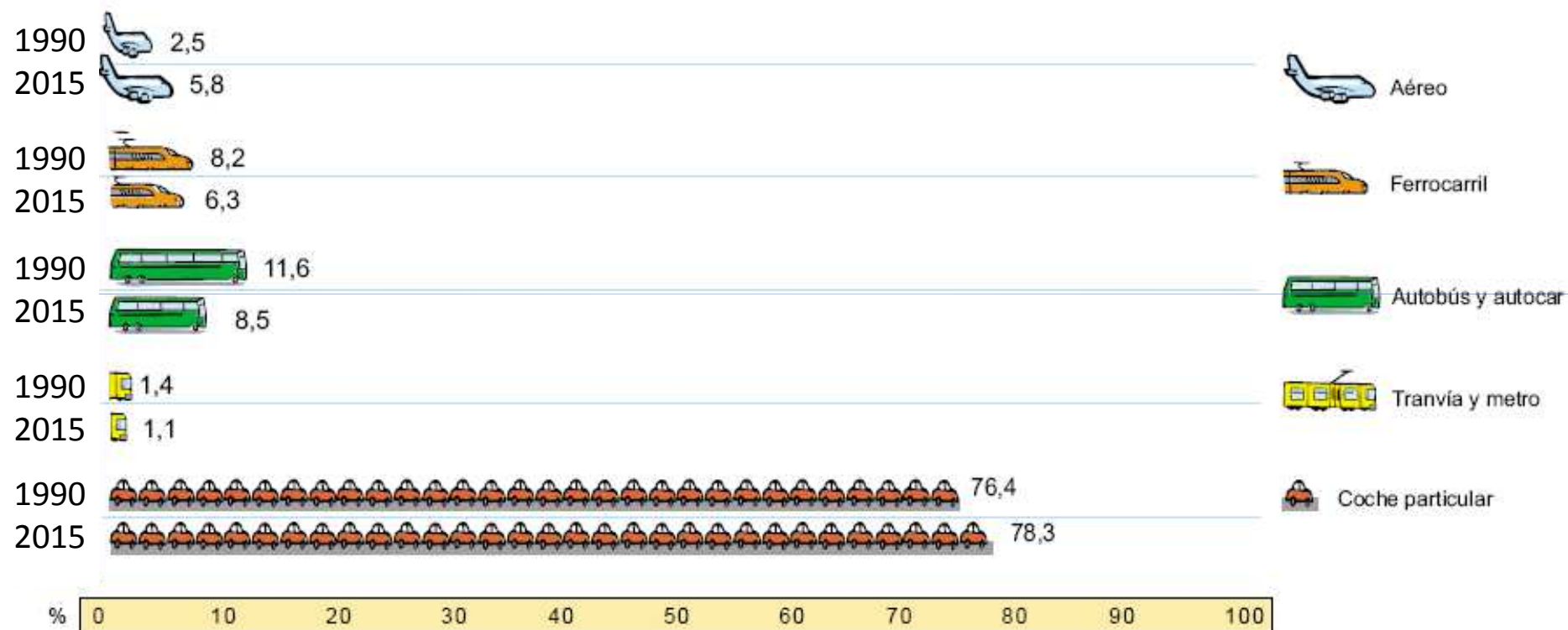




Porcentaje respecto al total del transporte terrestre (en toneladas/kilómetro),



Utilización de cinco medios de transporte de pasajeros en EU-15



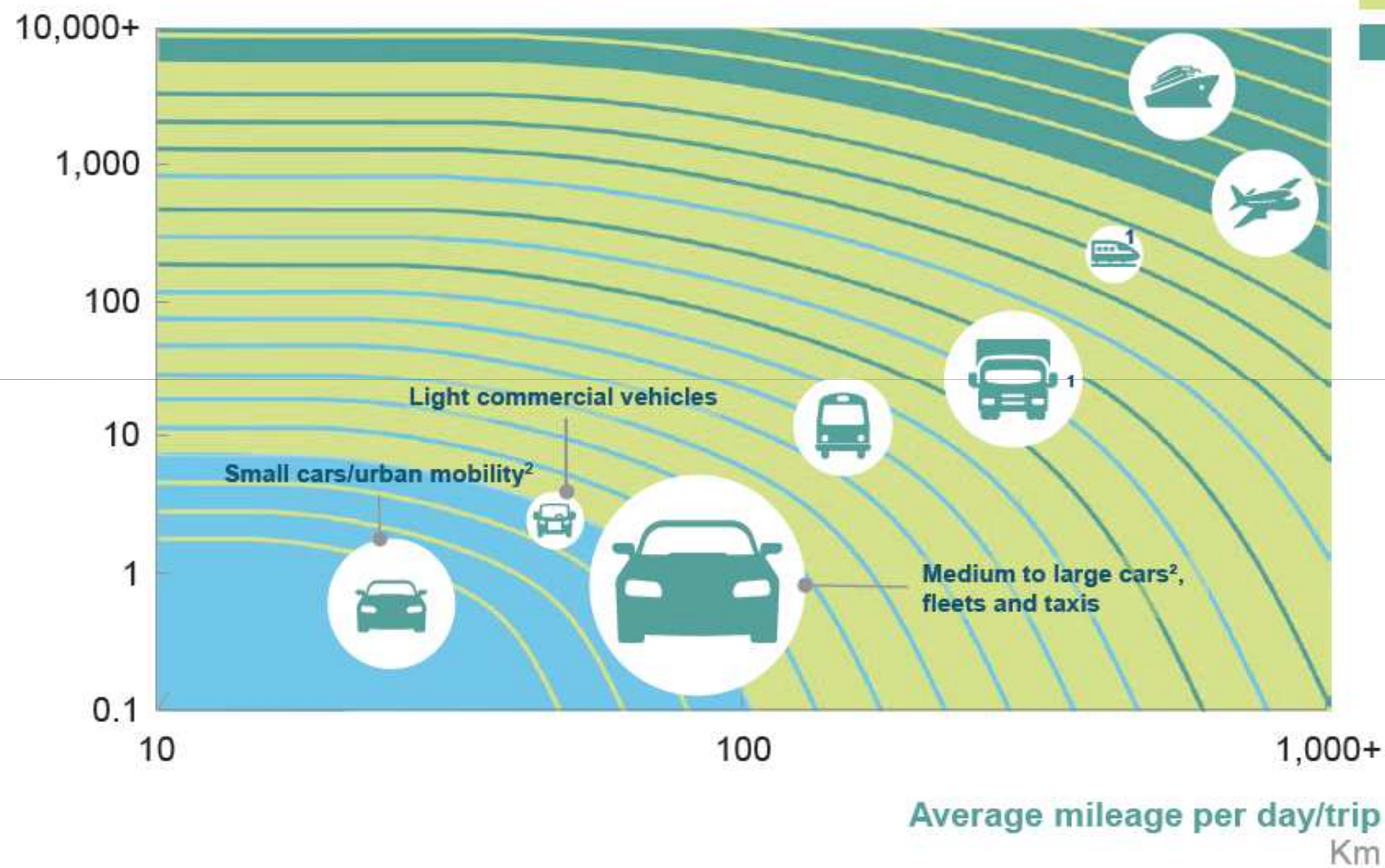




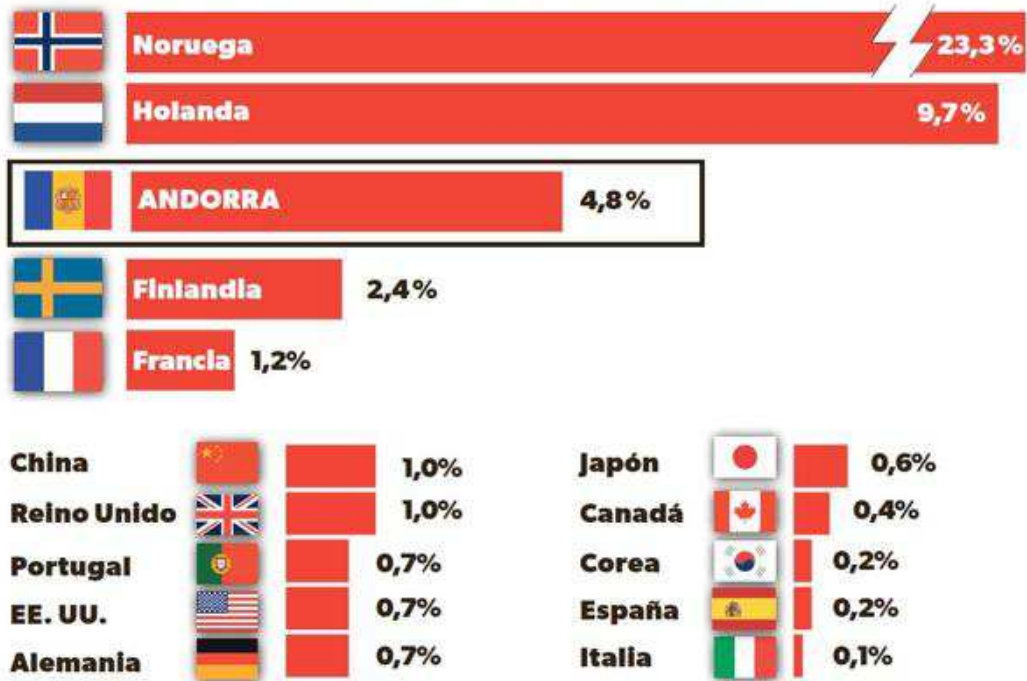
Weight
Tons

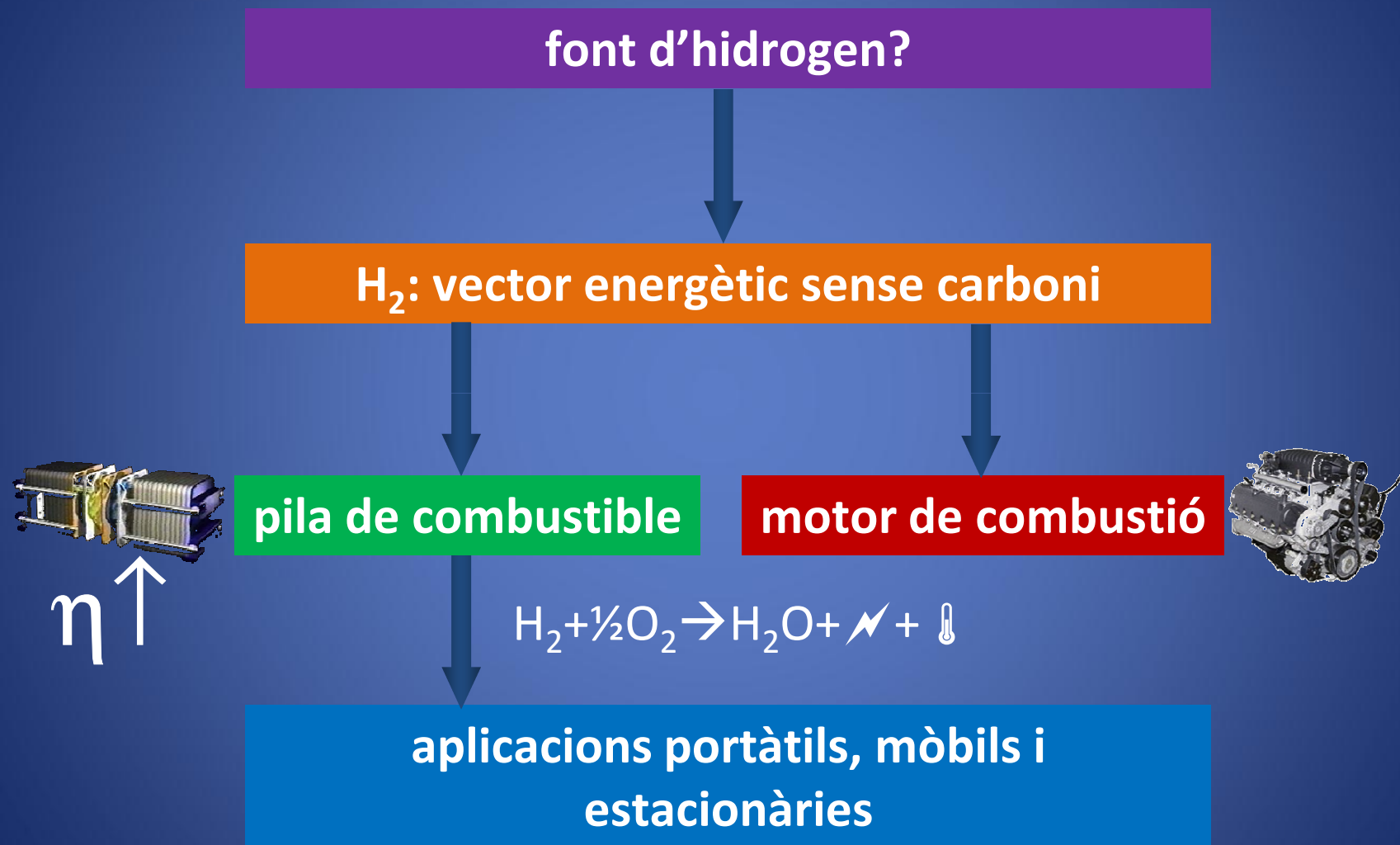
○ Bubble size representing the relative annual energy consumption of this vehicle type in 2013

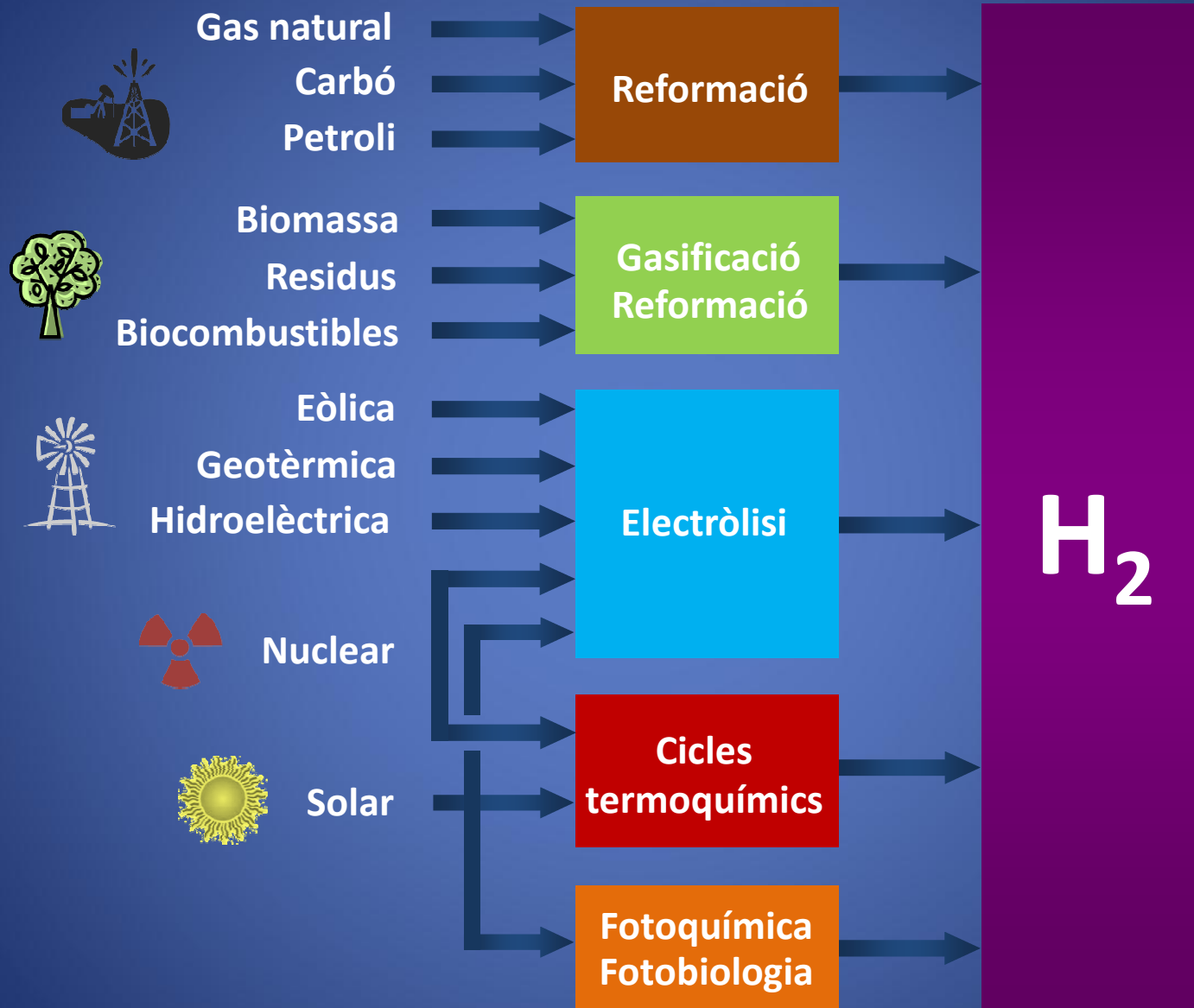
BEV
FCEV
Bio- and (H₂-based) synthetic fuels

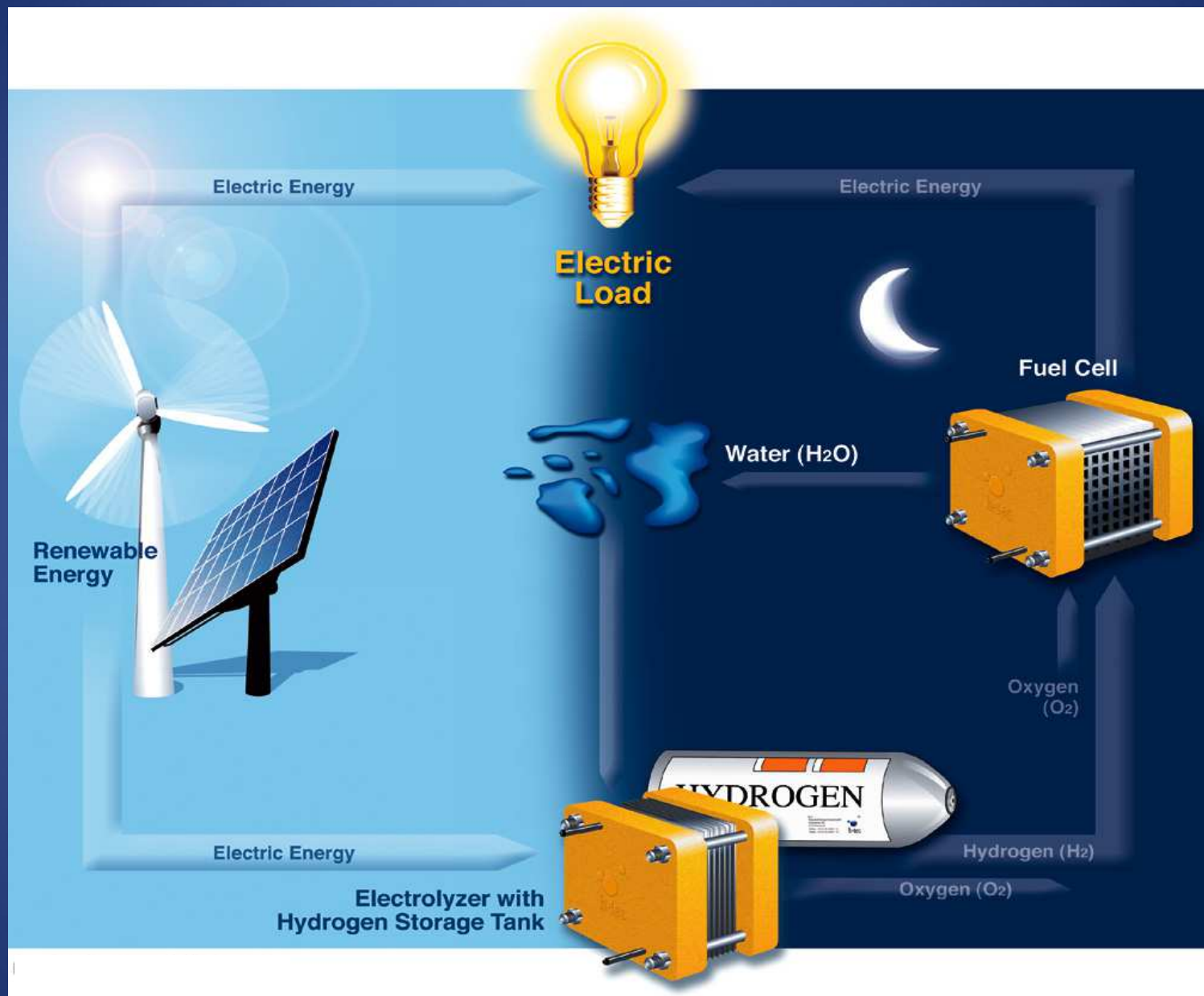


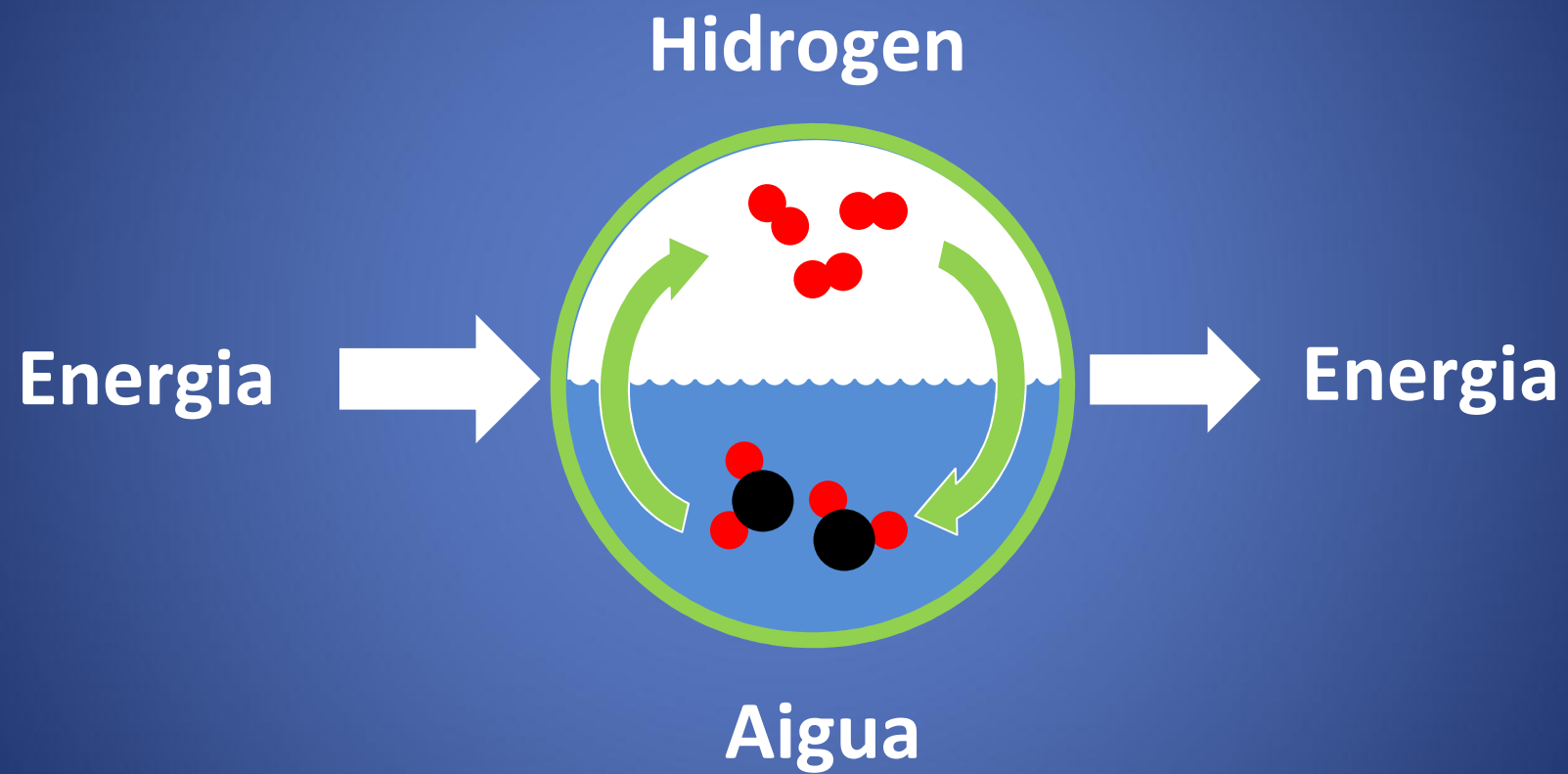




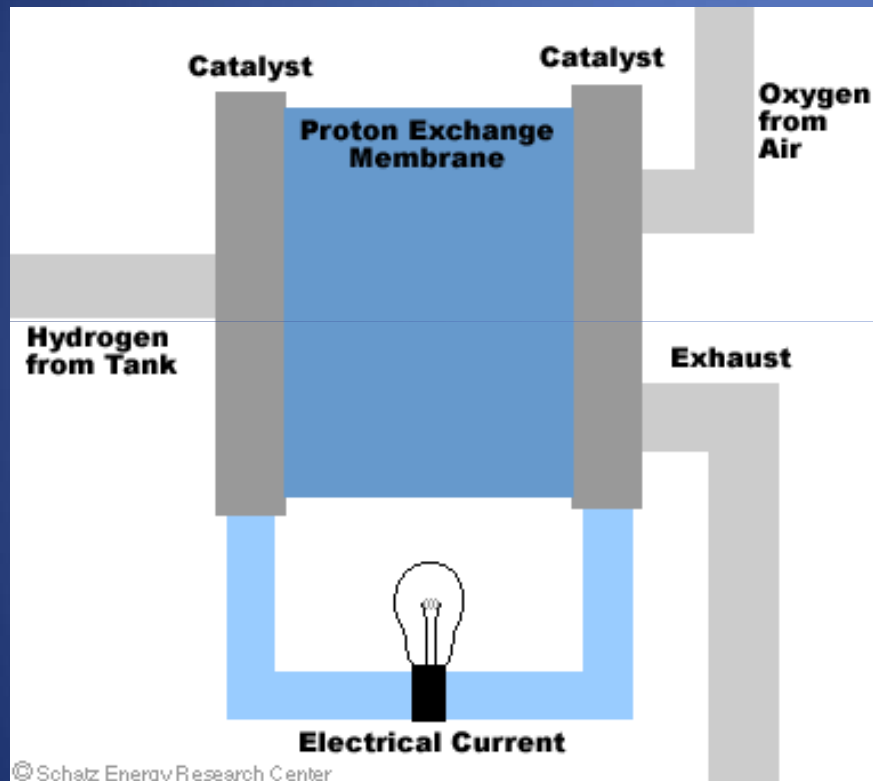








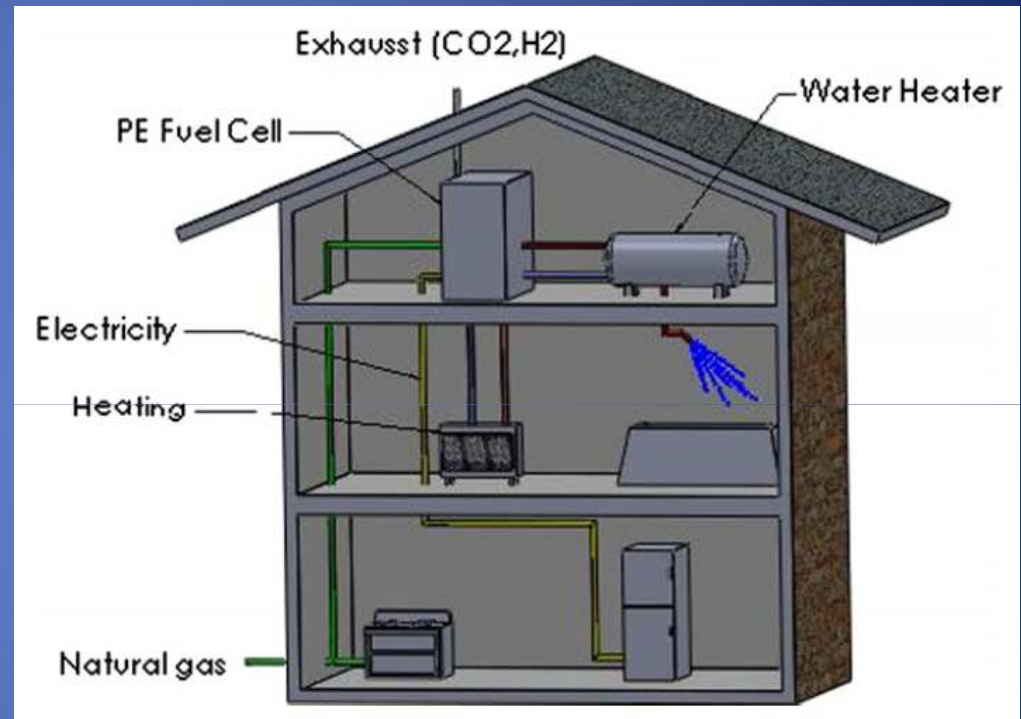
Les piles de combustible transformen l'energia d'una reacció química directament en electricitat i calor



PEMFC



Vaillant, 1-4,5 kW



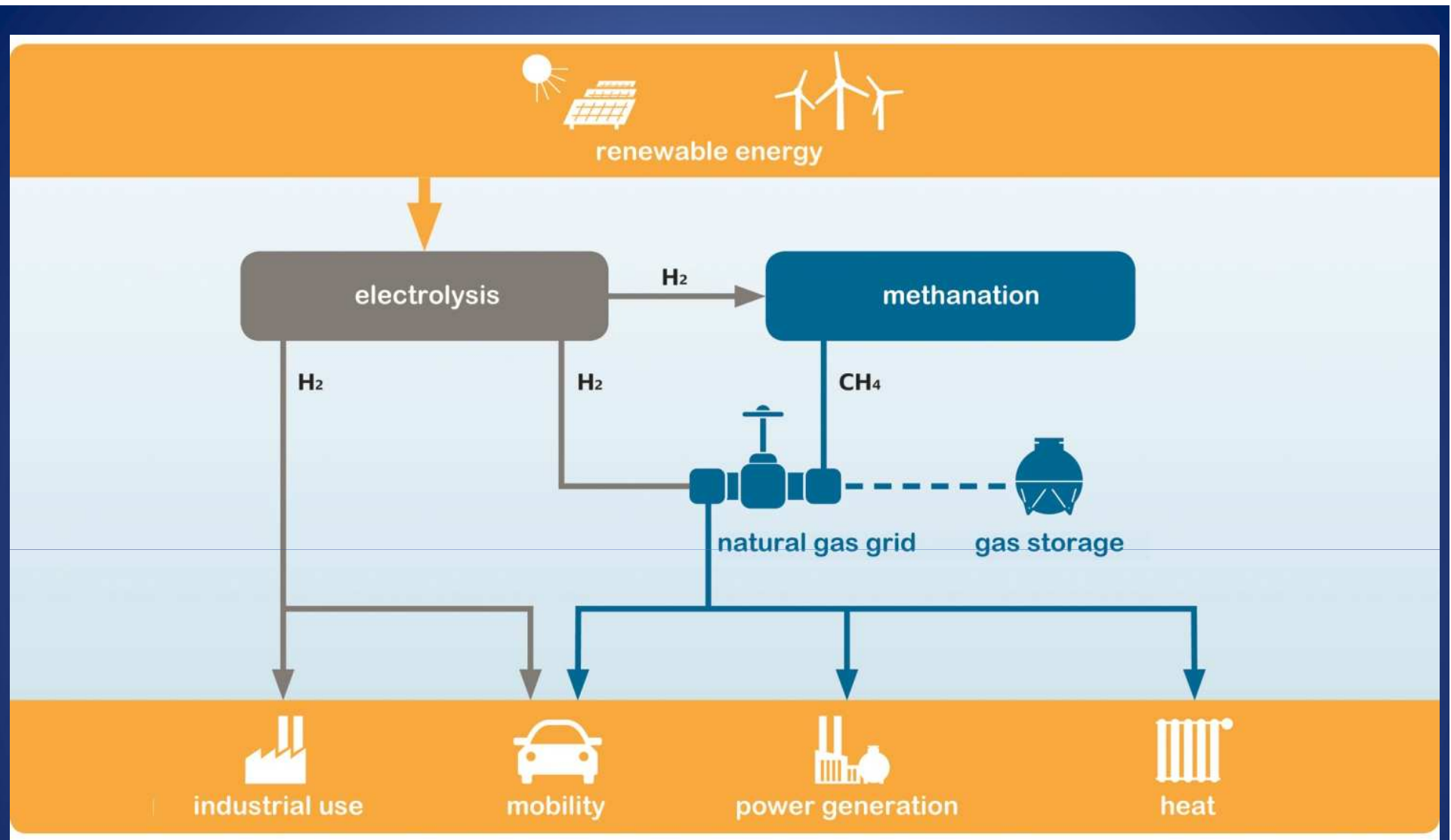


Long Island

UTC 200 kW

Ballard 250 kW





AUTOBUSOS AMB FUTUR | UNA APOSTA FERMA

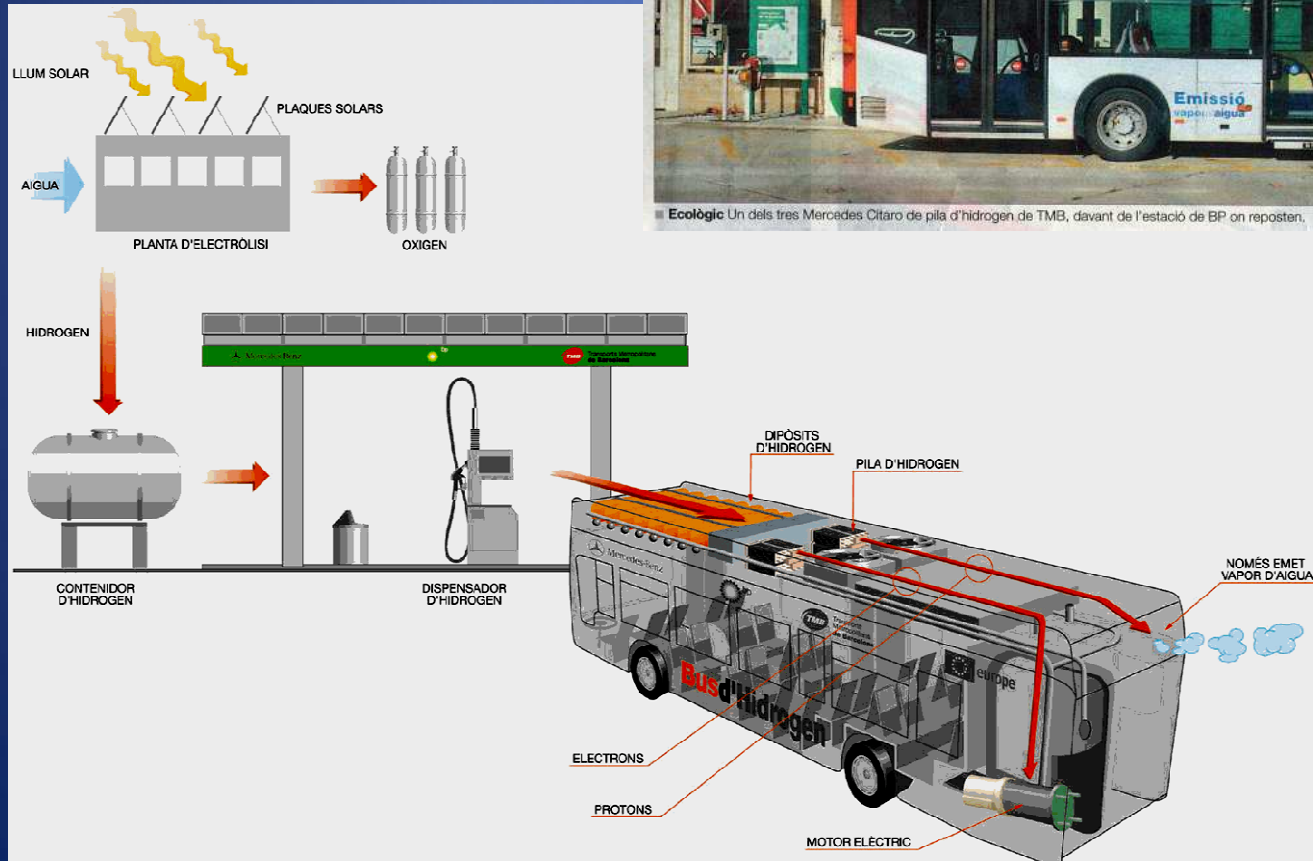
NETS I MODERNS

La recent entrada en servei de tres autobusos propulsats per hidrogen reflecteix la determinació de Transports Metropolitans de Barcelona per millorar i fer més ecològica la seva nombrosa flota.

PERMAN NADOU

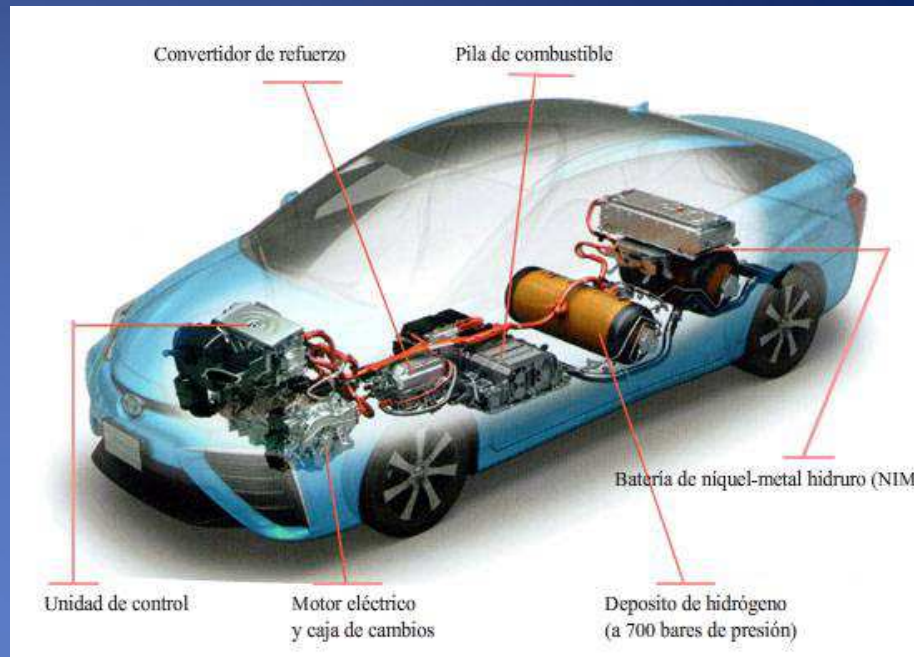


Ecòlic Un dels tres Mercedes Citaro de pila d'hidrogen de TMB, davant de l'estació de BP on reposten.





Islândia



-Sense carbó no hi hauria maquinària, i sense maquinària no hi hauria trens, màquines de vapor, fàbriques, res del que és indispensable a la civilització moderna.

-Què és el que cremaran en lloc del carbó?

-Aigua, replicà Harding.

-Aigua?, es sorprengué Pencroft. Aigua per escalfar aigua?

-Sí, però aigua en els seus elements primitius, digué Harding. Crec que un dia l'aigua es farà servir de combustible, que l'hidrogen i l'oxigen de l'aigua, per separat o de manera conjunta, proporcionaran una font inesgotable de llum i calor.

-Hauria de veure-ho, observà el mariner.

-Has nascut massa aviat, Pencroft, contestà Harding.

L'illa misteriosa, 1874, Juli Verne



As the saying goes, the Stone Age did not end because we ran out of stones; we transitioned to better solutions. The same opportunity lies before us with energy efficiency and clean energy.

— *Steven Chu* —



jordi.llorca@upc.edu