



El nou model energètic

- 19 de novembre del 2018 a les 20,00 h
- Sala d'actes del Centre Cultural
La Llacuna, Andorra la Vella
- Amb la col·laboració de FEDA Cultura



Carles Riba i Romeva

Doctor enginyer i President de CMES (Col·lectiu per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible)

▲ Currículum

Carles Riba Romeva (Palma de Mallorca, 1947)

Formació acadèmica:

Enginyer Industrial per l'ETSEI de Barcelona (Universitat Politècnica de Catalunya) el 1971.

Doctor enginyer per la Universitat Politècnica de Catalunya el 1976.

Situació professional:

Professor emèrit de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Professor titular del departament d'Enginyeria Mecànica de la Universitat Politècnica de Catalunya des del desembre del 1984 al 2017.

Director del Centre de Disseny d'Equips Industrials (CDEI – UPC; conveni IDEMACC1Ó, CIRIT i UPC), des del gener del 1999.

Director del màster d'Enginyeria Mecànica i Equipament Industrial (EMEI) organitzat pel CDEI i la Fundació Politècnica de Catalunya des d'octubre de 1999.

Responsabilitats professionals anteriors:

1971 (feb.) – 1984 Professor de la Universitat Politècnica de Catalunya.

1972 (6 mesos) Adjunt de direcció dels tallers de xapisteria de SEAT.

1979 (abr.) – 1983 (mai.) Alcalde de Sant Joan Despí (Barcelona).

1979 (des.) – 1983 (mai.) Vicepresident de la Corporació Metropolitana de Barcelona (president de les comissions informatives de Serveis Metropolitans i de Transport Metropolità).

Treballs professionals:

Autor de 14 llibres en l'àrea de l'enginyeria mecànica i coautor de 2 més.

Autor de 3 llibres en l'àrea de l'energia.

Autor d'uns 65 articles en revistes i comunicacions en congressos científics i tècnics.

Autor de 15 informes i dictàmens a petició de jutge o de part.

Autor de 20 patents d'invenció.

Autor de nombrosos articles d'opinió en premsa diàries i revistes locals.

Director de més de 130 projectes de fi de carrera.

Director de 10 tesis doctorals.

Director de més de 130 projectes de col·laboració amb la indústria en el període 1985- 2015 amb una facturació superior als 5 M € (CASA, Girbau SA, SEAT, INEM, Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Catalana de Gas SA, Derbi, Indra DTD, Ros Roca SA, Cronoplast SL, Ibersélex SA, Biosystems, Cypsa, Ecotècnica, Lloveras, Puigjaner, Telstar, Serra Soldadura, Servei d'Ocupació de Catalunya (SOC), Applus+, Comexi, Fermator, Autòmat, Reverté, entre d'altres).

Realització de 50 conferències i taules rodones sobre temes d'energia.

Professor d'uns 50 cursos professionals a empreses i col·lectius professionals.

Premis:

1979 Premi extraordinari a la tesi doctoral per al curs 1975-1976 (concedit per la UPC el 1979).

1994 Premis del Col·legi i l'Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya a treballs fi de carrera dirigits (tercer premi 1994; tercer premi, 1995, tercer premi, 1998, primer premi, 1999); premi Hewlett Packard de projectes fi de carrera de l'àrea d'Enginyeria Mecànica (1995).

1996 1r premi de Transferència de Tecnologia (Consell Social de la UPC, maig de 1996).

2010 Premi al millor projecte de transferència de tecnologia (Consell Social de la UPC, juny de 2010).

2013 Premi Manel Xifra Boada 2013 a la transmissió del coneixement científicotècnic.

Associacions professionals i cíviques:

(1972 – 1976) Membre de la junta de l'Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya.

1975 – 2007 Membre del patronat de la Fundació Joaquim Torrens Ibern (Barcelona).

President del 2000 al 2003 i vicepresident del 2003 al 2007.

1987 - 2003 Membre del consell assessor de la revista tècnica *Automàtica e Instrumentación* (CETISA, Barcelona).

1995 – 1998 Membre del consell assessor d'Edicions UPC.

1995 – 2013 President del Centre d'Estudis Comarcals del Baix Llobregat (seu a Sant Feliu de Llobregat).

1996 – 2006 Membre del comitè organitzador de Maquitect (Fira de Barcelona) en representació del Col·legi d'Enginyers Industrials.

1998 – actualitat Membre de la junta de la Coordinadora de Centres d'Estudis de Parla Catalana. Vicepresident del 2003 a l'actualitat.

2003 – actualitat Membre de l'Institut Ramon Muntaner (Móra la Nova).

2012 – actualitat President de l'associació CMES (Col·lectiu per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible).

1. Introducció

Aquest article segueix el fil de la conferència que vaig fer el dia 19 de novembre de 2018 al centre cultural La Llacuna d'Andorra La Vella, basada en les dues hipòtesis següents: a) Estem davant d'una crisi sistèmica (d'energia i ambiental) que incideix en tots els aspectes de la nostra vida; per tant, s'ha de tractar com un condicionament global. b) Una sortida socialment inclusiva d'aquesta crisi requereix un nou paradigma basat en nous valors i una nova governança.

Entre la conferència i la publicació del present article hi ha hagut la irrupció de la pandèmia mundial altament contagiosa de la Covid-19, que, amb el confinament de les poblacions pel desconeixement de la seva prevenció i tractament, ha posat en crisi l'economia (especialment en sectors com el comerç i el turisme). La pandèmia està actuant com un accelerador de la crisi energètica i climàtica, en què ja no serà possible tirar enrere i obligarà a transformar les nostres societats.

Part a). Una crisi sistèmica

Els combustibles fòssils, que suporten el 80% del sistema energètic mundial, són el desencadenant de la crisi actual. La seva finitud i el seu proper exhauriment posen en qüestió el sistema econòmic, i la seva combustió (el seu ús) va indissolublement associada a l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, que causen el canvi climàtic. Aquesta crisi, en afectar negativament l'energia i el clima al qual estem adaptats els humans, va molt més enllà dels recursos fòssils i acabarà afectant pràcticament tots els aspectes de civilització actual. En aquesta primera part s'exemplifiquen les tendències insostenibles i els impactes en els tres apartats següents: 2. L'ús creixent d'energia no renovable; 3. L'alimentació humana com a factor clau; i 4. El transport captiu del petroli.

2. L'ús creixent d'energia no renovable

Un primer motiu d'alerta és el creixement continu en els darrers decennis del consum d'energia no renovable i de la població, com posa de manifest el gràfic de la figura 1.

Energia: Gràcies a l'explotació dels combustibles fòssils (un regal irrepètible de la natura), el sistema energètic mundial ha passat en poc més de dos segles de consumir 3.500 TWh/any el 1750, tots renovables, a 167.700 TWh/any el 2018 (un augment de més de 48 vegades), ara en un 80% dependents dels combustibles fòssils i un 5% de l'urani, recursos no renovables i que generen greus impactes ambientals. La màxima proporció d'energia no renovable va tenir lloc el 1973 (87%).

Població: En el mateix període, la població humana ha crescut des d'uns 815 milions d'habitants el 1700 als 7.680 milions d'habitants el 2018 (un augment de quasi 10 vegades) i, en conseqüència, el consum d'energia per càpita s'ha multiplicat per unes 5 vegades. He exposat primer l'augment del consum d'energia i després el de la població humana ja que el segon no hauria estat possible sense el primer; i l'augment del primer no hauria estat possible sense el concurs dels combustibles fòssils,

A més de la importància dels augments exposats, aquests s'acceleren els darrers decennis. Prenent la fi de la Segona Guerra Mundial com a punt d'inflexió, del 1750 al 1945 (quasi dos segles), l'energia creix 6,3 vegades i la població 3 vegades; i, en el període del 1945 al 2018 (73 anys, poc més d'1/3 del període anterior), l'energia es multiplica per 7,8 vegades i la població per 3,2 vegades.

El 2017, la població de Catalunya (7,50 milions d'habitants) és aproximadament l'1/1000 de la del món, el consum d'energia (297 TWh/any) es basa en el 93% en fonts no renovables i el consum d'energia per càpita és un 80% superior a la mitjana mundial. La població d'Andorra el 2018 (76.200 habitants) és aproximadament l'1/100 de la de Catalunya i l'1/100.000 de la del món i, atès que bona part de l'electricitat consumida és importada de França i Espanya, la proporció d'energies no renovables no difereix gaire de la de Catalunya; el subministrament energètic és de 2,62 TWh/any i el consum per càpita és un 64% superior a la mitjana mundial.

Alternativa: la transició energètica. Les fonts renovables (quasi totes derivades de la radiació solar, unes 10.000 vegades els usos energètics actuals) són suficients per cobrir el sistema energètic humà, però calen canvis tècnics i socials de gran envergadura. Tanmateix, si continuem amb els usos energètics actuals de les fonts no renovables, avançarem indefugiblement vers la crisi energètica i ambiental de grans proporcions que ja hem indicat. El que és una opció és com l'encarem. La crisi dels fòssils va associada a la crisi d'altres recursos no renovables, o difícilment renovables a l'escala de temps humana, com són els marins, sòls fèrtils, atmosfera, boscos, aigua dolça o minerals.

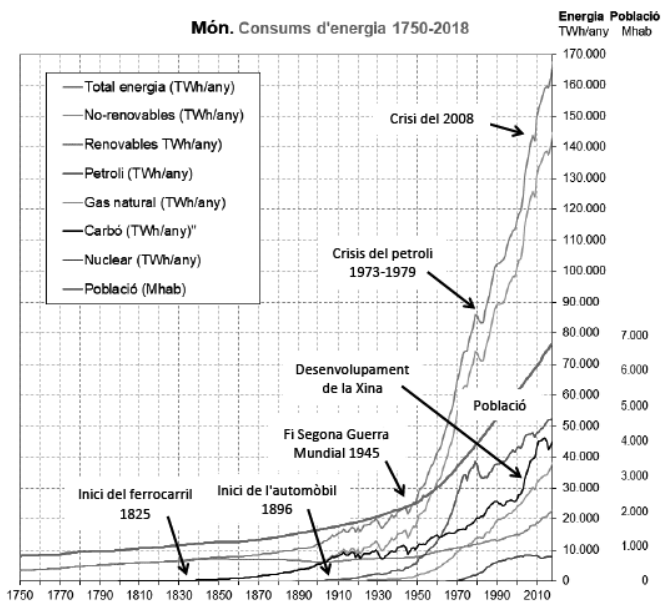


Figura 1. Evolució de la població i dels diferents components del sistema energètic mundial entre 1750 i 2018. Fonts: població 1750-1950, Our World in Data [OWID-2020] i població 1950-2018, Banc Mundial [BM-2020]; energia: entre 1750 i 1980, CDIAC [CDIAC-2020] i, entre 1990 i 2018, balanços energètics d'IEA [IEA-2020]. Elaboració: Carles Riba i Romeva

Aquesta visió global dels consums energètics a escala mundial és ja de per si alarmant. Però quan es baixa a analitzar les diferents regions del món i, dintre d'Europa, Espanya, Catalunya i Andorra, s'hi afegeixen les conseqüències d'una dependència geoestratègica desfavorable i els seus costos d'adquisició (o factura exterior de fòssils). Vegeu la taula 1.

Taula 1. Situació comparativa del món, regions i països sobre els fòssils						
2018	Població Mhab	PIBpc €/hab/any	CFpc kWh/hab/a	CEpc kWh/hab/a	PF/CF %	FEF G€/any
Món	7.591,93	9.630	17.765	21.878	100,0	821,9
Orient Mitjà	242,59	9.740	35.940	36.270	247,6	387,2
Euràsia	296,47	6.720	37.840	42.470	196,6	274,7
Àfrica	1.270,74	1.570	4.000	6.920	174,2	107,5
Amèrica del Sud i C.	514,33	7.510	9.450	17.100	125,7	37,5
Amèrica del Nord	490,11	40.560	53.870	64.280	104,1	31,1
EUA	326,69	53.210	66.850	79.410	94,4	-34,7
Àsia i Oceania	4.118,95	5.990	14.690	16.880	70,4	-510,3
Xina	1.392,73	8.450	23.980	26.810	76,1	-227,6
Europa	621,89	28.270	26.410	34.020	36,9	-295,3
Europa del Nord	228,34	42.850	29.950	41.400	57,8	-90,5
Europa de l'Est	114,16	12.100	23.740	29.760	47,7	-40,4
Europa del Sud	279,38	22.960	22.160	29.720	6,7	-164,5
Espanya	46,80	25.690	25.560	31.070	1,0	-33,7
Catalunya (2017)	7,50	31.130	30.220	39.590	0,6	-6,4
Andorra (2016)	0,073	35.800	27.380	34.890	0,0	-0,071

Símbols: Mhab = milions d'habitants; PIBpc = Producte Interior Brut per càpita; CFpc = Consum de fòssils per càpita; CEpc = Consum total d'energia primària per càpita; PF/CF = Producció de fòssils dividit per consum de fòssils; FEF = Factura exterior de fòssils, suma del producte del balanç de cada un d'ells (+ balanç exportador; - balanç importador) pels corresponents preus internacionals; G€/any = milers de milions d'euros per any.

Europa del Nord: Alemanya, Àustria, Bèlgica, Dinamarca, Irlanda, Islàndia, Luxemburgo, Noruega, Països Baixos, Regne Unit, Suècia, Suïça; Europa de l'Est: Albània, Bòsnia i Hercegovina, Bulgària, Croàcia, Eslovènia, Eslovàquia, Hongria, Kosovo, Macedònia, Montenegro, Polònia, República Txeca, Romania, Sèrbia; Europa del Sud: Espanya, França, Grècia, Itàlia, Malta, Portugal, Turquia, Xipre.

Fonts: Banc Mundial: Població i PIB; IEA: energia (excepte Catalunya i Andorra); ÍndexMundi: preus dels fòssils; Idescat: dades de Catalunya; Govern d'Andorra, Departament d'Estadística: dades d'Andorra.

Elaboració: Carles Riba i Romeva

Anàlisi comparativa: L'anàlisi comparativa entre diferents regions i països (taula 1) posa de manifest alguns fets destacats: el pes determinant de la població d'Àsia (53,8%); les grans diferències de PIB per càpita (PIBpc) amb valors extrems als EUA i Àfrica (34 cops inferior) que es correlacionen amb les grans diferències de consum de fòssils per càpita (CFpc) i d'energia total per càpita (CEpc) també amb valors extrems als EUA i Àfrica (també 16,8 i 11,5 cops inferiors). Un comentari especial mereix la relació entre la producció i el consum de fòssils (PF/CF, en %) i les factures exteriors de fòssils a preus internacionals (FEF, en G€, milers de milions d'euros; + exportador i -, importador).

La relació PF/CF en les regions d'Orient Mitjà, Euràsia, Àfrica i Amèrica del Sud i central tenen valors superiors a 100% (extreuen més fòssils dels que consumeixen) i, per tant, són exportadores; Amèrica del Nord és lleugerament exportadora tot i que Canadà i Mèxic alimenten els EUA lleugerament deficitaris (94,4%). En canvi, són regions importadores Àsia (70,4%, malgrat l'Oceania exportadora) i, a distància, Europa (36,9%), on destaquen l'Europa del Sud pels valors extraordinàriament baixos (extreu tan sols el 6,7% dels fòssils que consumeix) i, dintre seu i en posicions extremes, Espanya amb l'1,0%, Catalunya amb el 0,6% i Andorra amb el 0,0%. Per últim, els preus internacionals dels fòssils tradueixen les exportacions i importacions en factures exteriors de fòssils (FEF): el 2018 Europa transferia 295.300 M€/any (milions d'euros anuals) als països extractors, dels quals 164.500 corresponen a l'Europa del Sud, 33.700 a Espanya, 6.400 a Catalunya i 71 a Andorra. Les FEF havien arribat a ser entre el 25% i el 40% superiors quan, en els anys 2011 a 2014 els preus internacionals dels combustibles fòssils es mantenien a cotes màximes.

No és debades, doncs, que Europa, l'Europa del Sud, Espanya, Catalunya i Andorra tinguin dificultats econòmiques a causa dels fòssils. Però, alhora, aquests països es troben en una situació immillorable per a la captació d'energia solar. Què esperem, doncs?

3. L'alimentació humana, un factor clau

Les plantes són fonamentals per al manteniment de la vida ja que sintetitzen la matèria orgànica que després recorre tota la cadena tròfica fins a l'ésser humà. Ara fa uns 10.000 anys, les societats nòmades recol·lectores/caçadores van donar pas progressivament a societats agrícoles/ramaderes assentades en el territori, on estableixen nous usos dels sòls, creen excedents i formes de civilització més avançades i, de fet impulsen la segona revolució energètica després del descobriment del foc.

El creixement de les plantes requereix uns materials de base que provenen, en part, de l'anhidrid carbònic (CO₂) de l'atmosfera i, en part, de nutrients dissolts en aigua que les arrels capten dels sòls. Si no es reposen els nutrients, els sòls s'empobreixen i el creixement de les plantes disminueix. Fa temps que les societats agrícoles adopten diferents estratègies per evitar-ho: a) Abandó dels camps empobrits i artigant nous sòls encara rics en nutrients (sols possible en poblacions petites respecte al territori); b) El guaret, deixar descansar les terres; c) La rotació de cultius (els cereals absorbeixen nutrients dels sòls mentre que les lleguminoses fixen el nitrogen atmosfèric); d) L'adob (o fertilitzants naturals), dejeccions d'animals i restes de plantes que retornen nutrients a la terra.

Els sistemes tradicionals per mantenir la fertilitat dels sòls permetia una agricultura sostenible en el temps però limitada en la seva productivitat. La irrupció dels combustibles fòssils i dels fertilitzants químics obtinguts de gas fòssil (els nutrients nitrogenats) o d'extraccions de roques escasses (les potasses i, sobretot, els fosfats) ha permès, junt amb el bombament massiu d'aigua i la mecanització de les tasques agrícoles, unes productivitats molt més elevades per hectàrea cultivada (de 3 a 6 vegades) i per agricultor (de 10 a 20 vegades) però ha tingut efectes molt perjudicials en els sòls i en el balanç energètic: el complex agricultura-ramaderia ha passat de ser el subministrador central d'energia primària en les societats tradicionals, a ser proveïdora d'aliments i de matèries primeres en base al consum d'energia fòssil [Kraussman-2006]. Alhora, aquesta injecció d'energia fòssil ha permès alimentar una població mundial creixent que ja sobrepassa els 7.500 milions d'habitants.

Aquesta industrialització de l'agricultura s'inicia a final del segle XIX als països més avançats i després de la Segona Guerra Mundial es generalitza a través de la impròpiament denominada *revolució verda*. L'alimentació sempre ha estat una de les principals preocupacions de les societats humanes, i un estudi de la FAO [FAO-2012] indica que avui dia la humanitat dedica el 30% del seu sistema energètic al conjunt de la cadena alimentària (del camp al plat), que comprèn les despeses energètiques en fertilitzants, fitosanitaris, subministrament d'aigua, pinsos, emmagatzematge, mecanització, transport, indústria alimentària, distribució, preparació dels aliments i restauració.

Relació entre les terres de cultiu i la població.

A continuació s'analitza la relació, a escala mundial, de la superfície de terra cultivada per habitant en el període 1700-2018 (figura 2), on s'ha situat l'índex 1700=100 tant per a les terres de cultiu com per a la població. S'observa que aquests dos índexs evolucionen de forma paral·lela fins al 1900, quan comença un augment més ràpid de la població. Però és sobretot a partir de la fi de la Segona Guerra Mundial quan la població es dispara (es multiplica per 3) mentre que la superfície de terres de cultiu tendeix a estabilitzar-se.

Entre el 1700 i el 1900, amb una agricultura tradicional, la relació entre superfícies de cultiu i població es manté entre 0,6 i 0,62 ha/hab (6.000 m² de cultius alimenten una persona); el 1950, aquesta relació baixa lleugerament a 0,53 i el 2010 baixa fins a 0,22 (en el moment actual és encara inferior). La part inferior de la figura 2 mostra la clara correlació d'aquesta disminució amb l'augment dels consums d'energia i de fertilitzants químics. Aquest resultat es pot celebrar com un èxit de la tècnica però, amb el declivi dels fòssils, esdevé un enorme problema: la població ja hi és però la producció agrícola pot experimentar un important retrocés de productivitat per hectàrea.

Aplicant la relació 0,22 ha/hab. a les poblacions de Catalunya i d'Andorra (7,5 i 0,076 milions d'habitants), la sobirania alimentària requeriria unes superfícies de cultius de 1.660.000 i 16.760 ha; la superfície real cultivada a Catalunya és de tan sols de 780.000 ha i la d'Andorra és de 2.000 ha; per tant, sembla difícil assolir la sobirania alimentària en aquests territoris.

Fertilitzants químics

Un dels factors essencials de l'augment de la productivitat agrícola per hectàrea és l'ús massiu de fertilitzants químics, aspecte especialment rellevant a molts països asiàtics densament poblats. La fabricació dels fertilitzants químics nitrogenats (els més utilitzats, prop del 60% del total) es basa en el reformat del gas fòssil i comporta un procés molt intensiu energia que consumeix més de 15 kWh per cada kg de nitrogen fixat (s'hi dedica prop del 2% de tot el sistema energètic mundial); tant els fertilitzants potàssics com els fosfatats (prop del 20% cada un d'ells) són recursos escassos no renovables que s'extreuen de mines; pel que fa als fertilitzants fosfatats, les reserves estan molt concentrades (pràcticament el 50% mundial es troben a Bu Craa, Sàhara Occidental) i són escasses (el seu exhauriment es preveu en poques dècades).

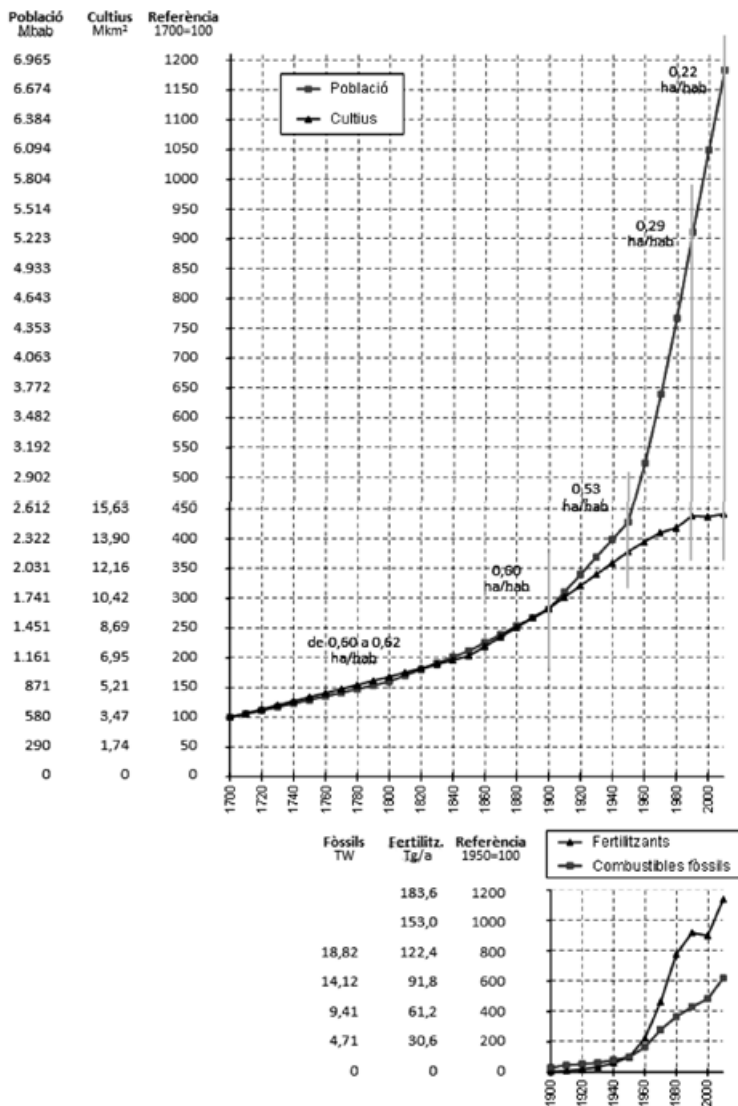


Figura 2. Relació entre les terres cultivades i la població a escala mundial entre 1700 i 2010 (1700=100). Correlació amb l'evolució del consum de fertilitzants químics i de combustibles fòssils (1950=100). Fonts: Població 1700-1950 [OWID-2020a], població 1950-2010, Banc Mundial [BM-2020]; Terres cultivades 1700-1960 [Ramankutty-1999] i terres cultivades 1960-2018 [FAOSTAT-2020]; Energia 1750-1990 [CDIAC-2020] i energia 1990-2010 [IEA-2020]; Fertilitzants 1900-1960 (estimació a partir de gràfica de IFA); fertilitzants 1960-2010 [FAOSTAT-2020]; Elaboració: Carles Riba i Romeva

4. El transport captiu del petroli

Un altre element clau de la crisi actual és la dependència de l'economia mundial globalitzada d'un sistema de transport amb peus de fang.

El transport creix més ràpidament que la població i que els consums d'energia, i en el 95% es basa en motors tèrmics alimentats amb derivats del petroli (gasolina, gasoil, querosè o *fuel-oil*). Alhora, el 77,1% dels derivats del petroli a escala mundial es destina al transport. Per tant, avui dia el transport és captiu del petroli.

D'altra banda, si segueixen les tendències actuals (almenys fins a la pandèmia de la Covid-19), tot fa preveure que el petroli serà el primer combustible fòssil a exhaurir-se, vers la dècada de 2040 i, amb ell, el transport mundial es col·lapsarà si no es reorienta vers altres vectors energètics. La major part d'alternatives passen per la tracció elèctrica, com ara l'electrificació de vies (fèrries però també carreteres) amb vehicles amb tròlei, (figura 3) de vehicles elèctrics alimentats amb bateries, de vehicles elèctrics alimentats amb hidrogen i pila de combustible i, molt minoritàriament, vehicles tèrmics alimentats amb biocombustibles. Tanmateix, aquestes alternatives seran més costoses que no ho són avui dia i, per tant, el transport experimentarà un encariment relatiu.

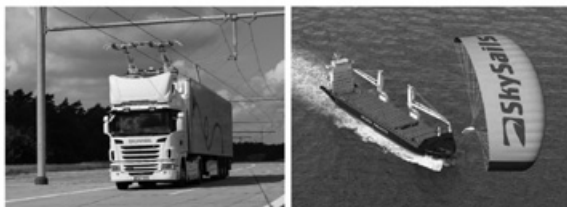


Figura 3. Nous mitjans de transport en desenvolupament

L'activitat del transport al món

El transport es classifica en dues grans modalitats bàsiques (figura 4): el transport de passatgers i el transport de mercaderies.

En el primer, l'objecte transportat és un passatger (p) i en el segon una tona de mercaderia (t). Per mesurar el volum de transport, cal multiplicar els elements transportats per la distància (km), i donen el passatger-quilòmetre (pkm) i la tona-quilòmetre (tkm). Seguint aquestes definicions, un volum de transport de 100 pkm tant pot significar 1 passatger que és transportat a 100 km com 100 passatgers que són transportats a 1 km; el mateix es pot argumentar per a 100 tkm.

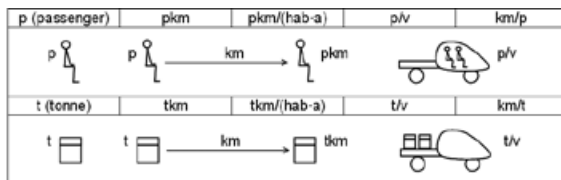


Figura 4. Esquema de les dues modalitats bàsiques de transport: transport de passatgers i transport de mercaderies

A partir d'aquestes definicions, la taula 2 presenta l'evolució recent (anys 2000, 2008 i 2014) del transport anual de passatgers i de mercaderies al món, als països OCDE i als països no-OCDE. I, la taula 3, anàloga a l'anterior, presenta els valors de l'activitat de transport per habitant.

Taula 2. Volum de l'activitat de transport (món, OCDE i no-OCDE)						
anys	2000		2008		2014	
Transport de passatgers (en Gpkm/any, o 10 ⁹ pkm/any)						
MÓN	28.000 100,0%	100,0%	31.900 113,9%	100,0%	48.600 173,6%	100,0%
OCDE	17.650 100,0%	63,0%	18.950 107,4%	59,4%	21.350 121,0%	43,9%
No-OCDE	10.350 100,0%	36,96%	12.950 125,1%	40,60%	27.250 263,3%	56,07%
Transport de mercaderies (en Gtkm/any, o 10 ⁹ tkm/any)						
MÓN	67.700 100,0%	100,0%	89.150 131,7%	100,0%	110.900 163,8%	100,0%
OCDE	38.250 100,0%	56,5%	34.850 91,11%	39,1%	41.700 109,02%	37,6%
No-OCDE	67.700 100,0%	100,0%	89.150 131,7%	100,0%	110.900 163,8%	100,0%
Fonts: Diversos documents d'IEA. Elaboració: Carles Riba i Romeva						

Taula 3. Activitat de transport per càpita (Món, OCDE i no-OCDE)						
anys	2000		2008		2014	
Transport de passatgers per càpita (en pkm/hab/any)						
MÓN	18,6 100,0%	100,0%	11,2 60,1%	100,0%	7,4 39,9%	100,0%
OCDE	46,6 100,0%	250,6%	38,7 83,1%	346,8%	7,9 16,9%	105,9%
No-OCDE	12,6 100,0%	68,0%	5,3 42,0%	47,6%	7,3 58,0%	98,8%
Transport de mercaderies per càpita (en tkm/hab/any)						
MÓN	42,4 100,0%	100,0%	4,2 9,8%	100,0%	38,3 90,2%	100,0%
OCDE	91,0 100,0%	214,5%	13,8 15,1%	329,8%	77,3 84,9%	202,0%
No-OCDE	32,1 100,0%	75,7%	2,1 6,7%	51,2%	30,0 93,4%	78,3%
Fonts: Diversos documents d'IEA. Elaboració: Carles Riba i Romeva						

L'anàlisi de les dades d'aquestes dues taules aporten reflexions interessants:

Augment de l'activitat de transport

Entre els anys 2000 i 2014, la població mundial creix el 18,0% i el consum d'energia el 35,0%. En aquest mateix període, l'activitat mundial de transport de passatgers creix el 73,6% i, l'activitat de transport de mercaderies el 63,8%. L'augment del transport mundial és, doncs, unes 4 vegades superior al creixement de la població i dues vegades superior al creixement del consum energètic.

Si s'analiza per subconjunts de països, en aquests 14 anys el transport de passatgers creix un 21,0% als països de l'OCDE, i un descomunal 163,3% als països no-OCDE (la Xina i l'Índia i altres països en vies de desenvolupament estan fent esforços per alinear-se amb els països desenvolupats); el transport de mercaderies segueix pautes semblants amb valors lleugerament més moderats: creix un 9,0% als països de l'OCDE i també un enorme 135,0% als països no-OCDE.

Encara una altra dimensió del transport afegeix criticitat a la situació: el repartiment entre mitjans de transport d'alt consum energètic i de baix consum energètic. El transport de passatgers al món es basa majoritàriament en modes d'alt consum, l'automòbil i l'avió (60,1%), percentatge que arriba al 83,1% als països de l'OCDE i que es modera al 42,0% als països no-OCDE, on predominen el ferrocarril, els autobusos i les petites motocicletes.

El transport de mercaderies amb vaixell (75,0%) i també en ferrocarril són de baix consum mentre que el transport en l'avió i en camió (especialment, en el darrer km) són de consums energètics alts. La gran majoria de l'activitat mundial de transport de mercaderies es cobreix, doncs, amb modes de baix consum (90,2%) sense diferències molt notòries entre els països OCDE (89,4%) i els països no-OCDE (93,4%).

Activitat de transport per càpita

On es veuen veritablement les diferències entre els països de l'OCDE (aproximadament el 18% de la població mundial) i els països no-OCDE és quan s'analiza l'activitat de transport per càpita. La mitjana mundial de l'activitat de transport de passatgers per càpita és de 18,6 pkm/hab/dia (passatgers quilòmetre per habitant i dia); o sigui, cada habitant de la Terra (comptant nadons, ancians i malalts) cada dia (comptant laborables i no laborables) es mou en mitjans motoritzats 18,6 km. Als països de l'OCDE, aquesta xifra s'eleva a 46,6 pkm/hab/dia, dels quals 38,7 es realitzen en mitjans d'alt consum; en canvi, als països no-OCDE baixa a 7,9 pkm/hab/dia (quasi 6 cops menys) i majoritàriament en modes de baix consum.

La mitjana mundial de l'activitat de transport de mercaderies per càpita encara sorprèn més: 42,2 tkm/hab/dia (tones de mercaderies-quilòmetre per habitant i dia); o sigui, per a cada habitant de la Terra (també comptant nadons, ancians i malalts) algú mou cada dia (comptant laborables i no laborables) en mitjans de transport 42,2 tkm (des de 42,2 tones a 1 km a 1 tona a 42,2 km). Aquesta xifra és conseqüència que els aliments, l'electricitat o els objectes que consumim són el resultat de transportar grans quantitats de cereals, carbó o mineral de ferro, a més de productes. Aquestes xifres s'eleven a 91,0 tkm/hab/dia als països OCDE i es redueixen a 32,1 tkm/hab/dia als països no-OCDE (els valors són encara alts, ja que realitzen moltes de les activitats primàries i industrials).

El parc mundial de vehicles

També és indicatiu del *boom* del transport el creixement del parc mundial de vehicles de motor, o sigui automòbils, furgonetes, camions i autobusos, sense motocicletes (taula 4).

Taula 4. Evolució del parc mundial de vehicles de motor en milions d'unitats, Mu (món, OCDE i no-OCDE)						
Anys	2005		2010		2015	
MÓN	892,2	100,0%	1.056,9	100,0%	1.282,3	100,0%
	100,0		118,5		143,7	
OCDE	622,0	69,7%	657,5	62,2%	701,5	54,7%
	100,0		105,7		112,8	
No-OCDE	270,2	30,3%	399,4	37,8%	580,8	45,3%
	100,0		147,8		214,9	
EUA	237,7	26,6%	248,2	23,5%	264,2	20,6%
Xina	31,6	3,5%	78,0	7,4%	162,8	12,7%
Font: [OICA-2020]. Elaboració: Carles Riba i Romeva						

De manera encara més exagerada que l'activitat de transport, el parc mundial de vehicles creix el 43,7% en el període del 2005 al 2015 (deu anys, a raó d'uns 40 Mu/any, milions d'unitat per any), del qual les 3/4 parts als països no-OCDE. En aquest mateix període, la població mundial creix a raó d'uns 75 Mhab/any). Es podria afirmar que cada nou habitant de la Terra (inclosos els nadons dels països menys desenvolupats) neix amb més de mig vehicle sota el braç.

La fabricació mundial de vehicles

I, encara és d'interès l'estudi de l'evolució de la fabricació mundial de vehicles de motor (taula 5). Les dades que proporciona l'associació mundial de fabricants [OICA-2020] permet abastar un període de 20 anys (1999-2019).

Taula 5. Evolució de la fabricació mundial de vehicles de motor en milions d'unitats per any, Mu/any (món, OCDE i no-OCDE)						
Anys	1999		2010		2019	
MÓN	57,0	100,0%	78,0	100,0%	91,8,3	100,0%
	100,0		136,9		160,4	
OCDE	49,7	87,2%	44,2	56,7%	48,7	53,3%
	100,0		89,0		97,9	
No-OCDE	7,3	12,8%	33,8	43,3%	42,8	46,7%
	100,0		263,3		585,2	
EUA	13,0	22,9%	7,3	9,9%	11,9	11,9%
Xina	1,8	3,2%	18,0	23,4%	25,7	28,1%
Font: [OICA-2020]. Elaboració: Carles Riba i Romeva						

De manera anàloga a l'activitat de transport, en el període del 1999 al 2019, l'evolució de la fabricació de vehicles creix més ràpidament que la població i que el consum d'energia.

D'una producció mundial de vehicles de motor de 57,0 Mu/any el 1999, s'arriba a un *prime* màxim de 73,3 Mu/any el 2007, just abans de la crisi del 2008. Després, la producció cau en dos anys fins a 62,2 Mu/any el 2009 per tornar a créixer fins al màxim absolut de 97,3 Mv/any el 2017 (71,2% d'augment en 18 anys). Els anys següents (2018 i 2019) inicien una moderada tendència a la baixa que l'any 2020, amb la pandèmia de la Covid-19, es reforça de manera contundent amb l'anunci de l'OICA que al primer semestre s'estima una caiguda del 40% de la producció mundial.

Pel que fa al repartiment entre diferents països, els canvis són espectaculars: l'any 1999, els països de l'OCDE fabricaven el 87,2% dels vehicles de motor, percentatge que ha anat disminuint fins a situar-se al 53,3% l'any 2019. És interessant comparar l'evolució dels Estats Units d'Amèrica (EUA) i la Xina: mentre que els primers eren el líder indiscutible el 1999 (13,0 Mu/anys, seguits a certa distància pel Japó) i la Xina era un fabricant de segona categoria (1,8 Mu/any, en el vuitè lloc), en els anys 2007 a 2009 (al voltant de la crisi de 2008) es canvien els papers: els EUA passen de fabricar 10,8 Mu/any el 2007 a fabricar-ne 5,7 el 2009 i se situen provisionalment en la tercera posició després del Japó, mentre que la Xina augmenta la fabricació de 8,9 Mu/any el 2007 a 13,8 el 2009 i pren el lideratge, que ja no abandona, amb un màxim de 29,0 Mu/any el 2019.

El desplaçament de la fabricació dels països OCDE als no-OCDE repercuteix sobre l'evolució del parc de vehicles de motor. En efecte, els primers cobreixen majoritàriament mercats madurs de reposició mentre que els segons, fabriquen quasi exclusivament per a mercats nous en expansió. Això fa que una mateixa producció de vehicles incideixi en un augment més gran del parc.

Part b). Una sortida socialment inclusiva

A mesura que avança la crisi energètica i climàtica ens adonem que afecta tots els aspectes de la nostra vida i de la nostra sostenibilitat. La seva superació no es limitarà a un simple canvi d'unes tecnologies basades en combustibles fòssils per unes altres basades en fonts renovables, sinó que la diferent naturalesa d'unes i altres (com ara, d'energies basades en estocs a energies basades en fluxos, o de fonts primàries combustibles a fonts primàries que generen electricitat) obligaran a canvis en els valors, les prioritats, els comportaments i les formes de governança.

En aquesta segona part de l'escrit s'incideix en els perills però també en les oportunitats que s'obren davant de la crisi energètica i l'emergència climàtica a través dels següents apartats: 5. Conèixer la demanda energètica per transformar-la; 6. Nous requeriments en el territori; 7. La crisi econòmica i social; 8. Els nous valors i canvi de governança.

5. Conèixer la demanda energètica per transformar-la

Els combustibles fòssils són una font d'energia altament concentrada i de cost relativament baix que han acostumat les nostres societats a fer-ne un ús abusiu que es dona per descomptat. En el capítol 2 del llibre *La transició a les renovables* que vam escriure Jordi Pujol i Soler i jo mateix per encàrrec de la Xarxa d'Economia Solidària [Pujol-2019] tracta de com percebem i com tractem l'energia en la vida quotidiana i s'hi exposen diverses reflexions com ara si estariem disposats a cobrar 1,5 euros (el preu d'1 litre de gasolina) per empènyer un vehicle en pana de combustible a 15 km de la benzinera.

A continuació s'analitzen les fonts i els usos energètics actuals a Catalunya i Andorra, així com el seu repartiment entre els principals sectors d'activitat. Les dades sobre usos energètics de l'Institut d'Estadística de Catalunya [ICAEN-2020] i del departament d'Estadística del Govern d'Andorra [GDA-2020] no inclouen l'energia útil (a peu de procés o de màquina) ni són suficients per fer el repartiment entre tipus d'ús (tèrmic, mobilitat, elèctric) ni entre sectors d'activitat. A partir d'altres fonts i indicis, l'autor ha fet unes aproximacions que permeten extreure unes primeres conclusions.

Taula 6. Catalunya 2017: Balanç energètic i usos energètics en els sectors									
Balanç energètic									
Idescat	No renovables				Renovables			Vectors	
	Carbó TWh/a	Petroli TWh/a	Gas TWh/a	Urani TWh/a	Hidro TWh/a	BiR TWh/a	AER TWh/a	Electr. TWh/a	Calor TWh/a
EPO-Obtinguda	0	1,4	0	0,0	3,9	7,1	3,4	0,0	0,0
EPI-Importada	0,4	135,2	64,8	74,3	0,0	2,0	0,0	3,8	0,0
EPS-Subministrada	0,4	136,6	64,8	74,3	3,9	9,1	3,4	3,8	0,0
% EPS	0,1%	46,1%	21,8%	25,1%	1,3%	3,1%	1,1%	1,3%	0,1%
EF-Energia final	0,4	121,0	32,8			6,2		43,0	0,0
% EF	0,2%	59,4%	16,1%			3,0%		21,1%	0,1%
Usos energètics en els sectors									
	EPS		EF (energia final)		EU (energia útil)				
	TWh/a	% sect.	TWh/a	% sect.	TWh/a	% sect.	tèrmic	Mòbil.	Electr.
Tots els sectors	296,4	100,0%	203,4	100,0%	130,4	100,0%	35,6	18,5	34,4
% EPS	100,0		68,6		44,0				
Agricultura, pesca	7,5	2,5%	6,1	3,0%	1,8	1,4%	0,2	1,4	0,3
Indústria i constr.	75,3	25,4%	43,5	21,4%	34,8	26,7%	21,1	0,0	13,8
Serveis	43,8	14,8%	19,6	9,6%	15,6	12,0%	4,1	0,0	11,5
Transport	80,9	27,3%	69,5	34,2%	17,9	13,8%	0,0	17,1	0,8
Residencial	40,9	13,8%	22,8	11,2%	18,2	14,0%	10,3	0,0	8,0
Usos no energètics	48,0	16,2%	41,9	20,6%	41,9	32,1%	0,0	0,0	0,0

EPO, Energia primària obtinguda (extreta o captada) en el propi territori; EPI, Balanç de l'energia primària importada i exportada (+ balanç importador; - balanç exportador); EPS, Energia primària subministrada (TPES en els balanços d'IEA); EF, Energia final que consumeixen els usuaris (TFC en els balanços d'IEA); EU, Energia útil que, després de certes transformacions en l'àmbit dels usuaris, efectivament fa funcionar els processos i les màquines; BiR, biomassa i residus; AER, Altres elèctriques renovables; TWh/a, milers de milions de kWh per any; Usos no energètics, recursos fòssils utilitzats amb a materials (plàstics, pintures, betums, cosmètics, farmàcia, etc.).

Fonts: [GDA-2020], [FEDA-2020]. **Elaboració:** Carles Riba i Romeva

El 2017, l'energia primària subministrada (EPS) és de 296,4 TWh/any, de la que tan sols 15,8 (5,3%, majoritàriament renovable) s'obté (extreu o capta) en el propi territori; la resta ve de l'exterior de manera que el sistema energètic català té una dependència extrema de recursos energètics no renovables importats: petroli, urani i gas fòssil (274,8 TWh/anys, el 92,7% del total). A Catalunya, que té refineries de petroli, petroquímiques i centrals elèctriques amb processos tèrmics (incloses les nuclears), el sector energètic té importants pèrdues en la transformació de l'energia primària EPS en energia final EF (electricitat i combustibles d'usuari), 93,0 TWh/any, el 31,2% de l'energia primària. Les pèrdues en el pas de l'energia final EF a l'energia útil EU són degudes en gran mesura al baix rendiment dels motors tèrmics (un 25% de mitjà en el conjunt de modes de transport): es dissipen 73,0 TWh/any suplementaris i, tenint en compte els usos no

energètics, el rendiment global entre energia primària (EPS) i energia final (EF) se situa en 44,0%. En relació amb l'actual sistema energètic (referit a l'energia primària EPS), les activitats més crítiques a Catalunya són el transport i la indústria; i, sumant-hi tant la indústria de l'energia com els usos no energètics (materials), la indústria és el sector que demana més atenció pel que fa a la transició energètica. El transport, però, té una gran incidència en la contaminació i el canvi climàtic. Els sectors residencial i de serveis tenen una incidència més moderada.

És urgent que Catalunya, sense fonts energètiques no renovables al seu territori i amb bones oportunitats de captació renovable en energia fotovoltaica, així com eòlica, hidràulica i de biomassa, impulsi la transició energètica on els sectors més crítics són l'industrial i el transport. L'impuls de l'autoconsum en habitatges, empreses (en especial les pimes) i administracions locals té efectes enormement positius en l'educació de la ciutadania en el nou paradigma.

Andorra (taula 7)

Taula 7. Andorra 2018. Balanç energètic i usos energètics en els sectors

Balanç energètic									
Departament d'Estadística i FEDA	No renovables				Renovables			Vectors	
	Carbó TWh/a	Petroli TWh/a	Gas TWh/a	Urani TWh/a	Hidro TWh/a	BiR TWh/a	AER TWh/a	Electr. TWh/a	Calor TWh/a
EPO-Obtinguda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,085	0,048	0,004	0,000	0,000
EPI-Importada	0,001	2,001	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,456	0,000
EPS-Subministrada	0,001	2,001	0,025	0,000	0,085	0,048	0,004	0,456	0,000
% EPS	0,03%	76,37%	0,97%	0,00%	3,24%	1,83%	0,15%	17,40%	0,00%
EF-Energia final	0,001	2,001	0,025			0,003		0,560	0,000
% EF	0,03%	77,26%	0,98%			0,12%		21,61%	0,00%
Usos energètics en els sectors									
	Energia primària		Energia final		Energia útil				
	TWh/a	% sect.	TWh/a	% sect.	TWh/a	% sect.	tèrmic	Mòbil.	Electr.
Tots els sectors	2,620	100,0%	2,590	100,0%	1,303	100,0%	0,504	0,351	0,448
% EPS	100,0		98,8		49,7				
Agricultura, pesca	0,005	0,2%	0,005	0,2%	0,001	0,1%		0,001	
Indústria i constr.	0,023	0,9%	0,023	0,9%	0,018	1,4%	0,010		0,008
Serveis	0,778	29,7%	0,754	29,1%	0,603	46,3%	0,249		0,354
Transport	1,398	53,3%	1,398	54,0%	0,349	26,8%		0,349	
Residencial	0,419	16,0%	0,414	16,0%	0,331	25,4%	0,245		0,085
Usos no energètics	0,000	0,0%	0,000	0,0%	0,000	0,0%			

EPO, Energia primària obtinguda (extreta o captada) en el propi territori; EPI, Balanç de l'energia primària importada i exportada (+ balanç importador; - balanç exportador); EPS, Energia primària subministrada (TPES en els balanços d'IEA); EF, Energia final que consumeixen els usuaris (TFC en els balanços d'IEA); EU, Energia útil que, després de certes transformacions en l'àmbit dels usuaris, efectivament fa funcionar els processos i les màquines; BiR, biomassa i residus; AER, Altres elèctriques renovables; TWh/a, milers de milions de kWh per any; Usos no energètics, recursos fòssils utilitzats com a materials (plàstics, pintures, betums, cosmètics, farmàcia, etc.).

Fonts: [GDA-2020], [FEDA-2020]. **Elaboració:** Carles Riba i Romeva

Com a Catalunya, el balanç energètic d'Andorra (2018) mostra una gran dependència de recursos externs (2,438 TWh/any, el 94,8% d'EPS) dels quals 2,027 són fòssils i 0,456 d'electricitat importada, en gran part no renovable (la central andorrana d'Engolasters produeix tan sols 0,085 TWh/any d'electricitat renovable). Destaca que l'energia final (EF) és molt propera a la subministrada (EPS), ja que la major part de l'energia importada a Andorra ho és en forma de vectors (combustibles comercials i electricitat) ja transformats en els països d'origen. Per tant, el consum real d'Andorra en energia primària és sensiblement més alt (entre 25 i 30%) del que reflecteixen les estadístiques.

El valor de l'energia útil (EU) d'Andorra (com a Catalunya) està molt influït per la importància del transport i els baixos rendiments dels motors tèrmics. En canvi, a diferència de Catalunya, Andorra no dedica recursos fòssils a usos no energètics.

Pel que fa als usos d'energia final en els diferents sectors d'activitat d'Andorra, destaca en primer lloc el transport (1,398 TWh/any, el 54% del total), seguit a distància pels serveis (0,754 TWh/any, el 29,1%) i, en tercera posició, el residencial (0,414 TWh/any, el 16,0%). Tanmateix, pel que fa a l'energia útil (EU), referència per al futur sistema renovable, en primer lloc cal destacar el sector serveis (0,603 TWh/any, el 46,3%) seguit del transport (26,8 TWh/any, el 26,8%) i del sector residencial (0,331 TWh/any, el 25,4%).

Semblantment a Catalunya, Andorra tampoc no té fonts energètiques no renovables en el seu territori i, en canvi, disposa de bones oportunitats de captació renovable (fotovoltaica, eòlica, hidràulica i biomassa). Cal que impulsi urgentment la transició energètica, amb els sectors més crítics dels serveis i el transport. L'impuls de l'autoconsum en el comerç, el turisme, els esports de muntanya, en el sector residencial, en la petita i mitjana empresa i en les administracions locals també genera efectes educatius molt importants per a la ciutadania.

6. Nous requeriments en el territori

Probablement, la tecnologia d'energia renovable amb més capacitat d'estendre's a Catalunya i a Andorra és la captació fotovoltaica. Però aquesta tecnologia té un requeriment essencial que no sempre tenim en compte: la superfície de captació necessària.

Per exemple, un camió de 25 tones que recorri uns 80.000 km a l'any, requereix una instal·lació fotovoltaica d'1/4 d'hectàrea de superfície bruta (terreny ocupat pel conjunt de la instal·lació). O, per obtenir l'electricitat equivalent a la que genera la central hidroelèctrica andorrana cal un parc fotovoltaic amb una superfície d'unes 100 hectàrees (el llac d'Engolasters té 7 hectàrees). Totes les energies renovables tenen requeriments territorials: la captació eòlica no ocupa tant terrenys a la base però les turbines s'han de distanciar per evitar fer-se ombres de vent; l'energia hidroelèctrica es basa en l'aigua recollida en una conca; i la biomassa requereix grans extensions i temps per al seu creixement. La superfície fotovoltaica equivalent és un indicador prou significatiu.

A continuació s'avalua la superfície de captació necessària (en equivalent fotovoltaic) per a la transició energètica de Catalunya i Andorra en el context dels altres usos del territori (figura 5)

Catalunya

La superfície de Catalunya és de 32.100 km², o sigui de 4.280 m² per habitant.

L'ús del sòl que ocupa més superfície a Catalunya (i, en general, arreu) és l'agricultura, amb uns

7.800 km², o sigui, uns 1.040 m² per habitant i el 24,4% del territori; per assegurar la sobirania alimentària amb l'índex mundial mitjà (0,22 ha = 2.200 m²/hab), caldrien uns 16.500 km², o sigui el 51,4% de la superfície del país, objectiu difícil d'aconseguir donada la seva orografia: Catalunya és, doncs, un país superpoblat). Complementàriament, les pastures ocupen 3.300 km² (10,3% del territori).

El següent ús del sòl més important és l'anomenada *superfície artificialitzada*; o sigui, les zones urbanes, les infraestructures i les mines i pedreres a cel obert (s'exclou l'agricultura). A Catalunya, aquestes superfícies ocupen uns 2.160 km² (290 m²/hab. i 6,9% del territori). Una part important d'aquesta afectació superficial s'ha consolidat en els darrers anys (en especial, durant l'especulació prèvia a la crisi de 2008) i la superfície artificialitzada per càpita ha anat augmentant en el temps.

La captació d'energies renovables imposa a Catalunya un nou requeriment d'ús del sol d'uns 85 m² per habitant que sumen 640 km², un 2,1% de la superfície. Una part d'aquesta superfície es pot instal·lar en teulades, en infraestructures o en altres indrets dels sòls artificialitzats, però una part majoritària requerirà afectar altres sòls (es propugnen alternatives com cobrir làmines d'aigua amb captadors fotovoltaics o compatibilitzar l'agricultura i l'energia fotovoltaica). Caldrà tenir molta cura en l'establiment de criteris i prioritats per evitar afectar terres fèrtils, paisatges d'interès o boscos. Alhora, aquestes instal·lacions energètiques poden ser objecte d'un pacte per potenciar i afavorir la gent dels territoris més buits i deprimits.

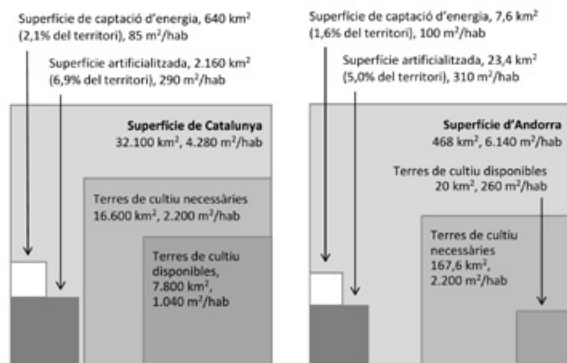


Figura 5. Esquema dels diferents usos del territori a Catalunya i Andorra

Andorra

La superfície d'Andorra és de 468 km², o sigui de 6.140 m² per habitant.

L'agricultura ocupa uns escassos 20 km², o sigui, uns 260 m² per habitant, el 4,3% del territori; per assegurar la sobirania alimentària caldrien 167,6 km², o sigui el 38,5% de la superfície del país; com a Catalunya, aquest objectiu és també difícil d'aconseguir donada l'orografia: Andorra és, també, un país superpoblat. Complementàriament, hi ha les pastures.

La quantitat de sòl artificialitzat és important a Andorra: ocupa 23,4 km² (el 5,0% del territori) que correspon a 310 m² per persona. Una part important d'aquestes ocupacions se situen en els fons de les valls en competència amb l'agricultura.

Atès que Andorra té un clima d'hiverns més severos i una orografia molt accidentada, requereix una energia per càpita més elevada xifrada en 100 m² de captació per habitant, a partir de la qual la captació d'energia renovable a Andorra requereix 7,6 km², l'1,6% de la superfície del país. Per assegurar una adequada transició energètica, cal revisar la planificació territorial per incorporar aquest nou requeriment.

El Pla sectorial d'infraestructures energètiques d'Andorra desenvolupat l'any 2018 pel Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat (figura 6) és una bona iniciativa en aquesta direcció però abasta tot just un 10% dels usos energètics globals del Principat d'Andorra.

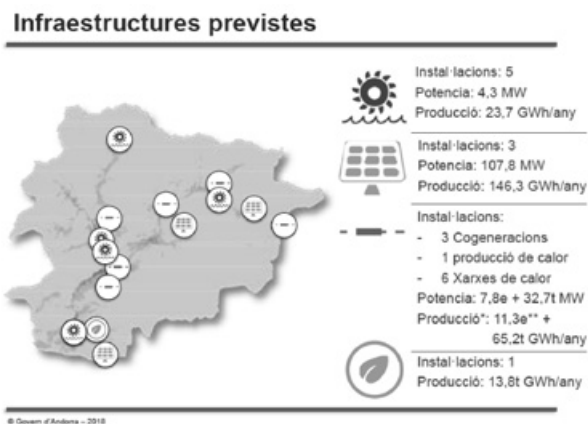


Figura 6. Pla sectorial d'infraestructures energètiques d'Andorra desenvolupat del Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat (2018)

7. La crisi econòmica i social

La crisi global actual és el resultat de la confluència de dues crisis: l'energètica i climàtica que hem tractat en els punts anteriors i l'econòmica i social, relacionada amb les actituds de les persones i les formes d'organització social i política.

Els humans i la biosfera

Al llarg dels anys, la Terra s'ha configurat de manera favorable a la vida (atmosfera, mars, sòls) i, malgrat que sovint ho oblidem, l'espècie humana forma part de la biosfera i no pot viure sense ella. Si, amb una combinació d'egoisme, supèrbia i desconeixement, els humans malmetem aquests medis i aniquilem la resta dels éssers vius, destruïm també la nostra pròpia base de subsistència.

Els mars i oceans

La Terra és un planeta d'aigua: dels 510,1 milions de km² (Mkm²) de la seva superfície, els mars i oceans n'ocupen 361,1 (el 70,8%). La major part (97,5%) és en forma d'aigua salada (mars,

oceans, alguns llacs i dipòsits subterranis). El 2,5% restant és aigua dolça el 69,5% de la qual es troba en els casquets polars i glaceres, el 30,1% en les aigües subterrànies i tan sols el 0,4% restant és l'aigua dels llacs, rius, la humitat del sòl, el vapor atmosfèric i l'aigua biològica. Tan sols una petita part de l'aigua terrestre és aprofitable per a les necessitats humanes.

El sòls i els seus usos

Els principals usos humans del territori són l'agricultura (14,0 Mkm², 10,7% de les terres emergides) i les pastures (33,6 Mkm², un 25,0% suplementari). La superfície artificialitzada (zones urbanes, infraestructures i extraccions mineres a cel obert), ocupen 1,2 Mkm², prop de l'1% de terra ferma. La resta són espais naturals corresponen a boscos i garrigues, a erms i deserts o a lleres dels rius i glaceres. La captació d'energia a escala mundial, afegeix uns nous requeriments de superfície de l'ordre de 0,6 Mkm², el 0,45% de les terres emergides.

L'atmosfera

L'atmosfera de la Terra presenta una composició anòmala en el sistema solar: sense la presència de formes arcaïques de vida anaeròbia que van ocupar tot el planeta fa milers de milions d'anys, l'atmosfera de la Terra estaria formada majoritàriament de CO₂, com les dels planetes Venus i Mart [Lovelock-1988]. Aquells organismes van fixar el carboni i van alliberar l'oxigen (21% de l'atmosfera actual) que ha permès formes més evolucionades d'organismes aerobis, entre les quals els humans. L'atmosfera actual és una capa gasosa que té funcions fonamentals per a la vida com fer possible els cicles de l'aigua i del carboni, la síntesi clorofil·lica de les plantes, la respiració dels éssers aerobis, la regulació del clima o la protecció dels éssers vius de radiacions còsmiques.

El canvi climàtic és causat per un lleu però persistent augment del CO₂ i altres gasos d'efecte climàtic a l'atmosfera que retenen part de la radiació reflectida i descompensen l'equilibri tèrmic global. A la llarga pot dificultar i, fins i tot, fer inviable la mateixa vida a la Terra.

Ritmes i espais de la naturalesa

La naturalesa té els seus ritmes: el dia i la nit, l'estiu i l'hivern, els moments de pluja, de sol, de vent, els temps de creixement, els de maduració i els de fi de la vida. La naturalesa també té els seus espais: terres per conrear, llocs amb aigua, indrets assolellats, zones amb recursos minerals, mars amb fauna marina; i altres zones sense aquestes característiques.

La crisi actual ens fa veure la importància de no forçar els temps ni els llocs i ens invita a re-aprendre a aprofitar el que ens ofereix la naturalesa *en cada moment i en cada lloc*. Conseqüentment, els nous comportaments i la nova organització social hauran de procurar disminuir en el possible l'acumulació i el transport.

L'encreuament de les crisis energètica-climàtica i econòmica-social

La complexitat de la situació actual és el resultat de l'encreuament de la crisi energètica i climàtica que té la causa en els combustibles fòssils, i de la crisi de sistema econòmic i social en un context on el creixement ja és inviable a causa dels límits dels recursos de la Terra. La figura 7 en vol oferir un esquema d'interpretació.

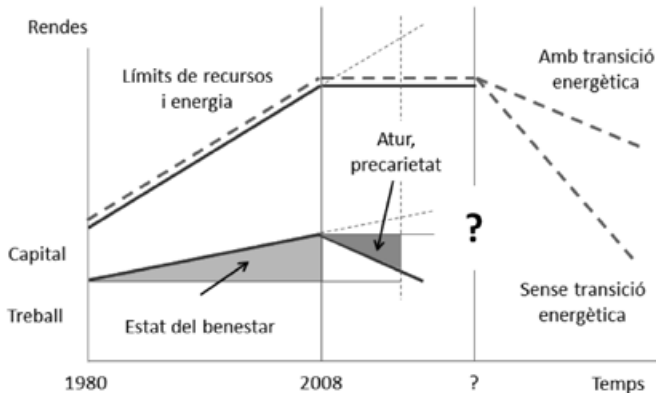


Figura 7. Esquema de la imbricació de la crisi energètica-climàtica i la crisi econòmica-social.
 Elaboració: Carles Riba i Romeva

Vers 1980 s'imposen les concepcions neoliberals que propugnen l'economia privada com la més eficient i que considera que les simples forces del mercat ja regularan un creixement equilibrat. Per tant, es procedeix a desmuntar l'estat del benestar a través de desregulacions, l'aprimament de les administracions i dels serveis públics.

Durant un llarg període, no exempt de tensions, es produeix una gran expansió econòmica que és possible per posar en joc un volum encara més gran de recursos i energies no renovables (sense les quals aquest creixement econòmic no hauria estat possible) en una economia que externalitza els costos. Alhora es produeix un repartiment favorable a les rendes del capital i en detriment de les del treball. En tot això, subjau un pacte no escrit pel qual els grans poders econòmics accepten que una part del benefici es destini a l'estat del benestar com a factor d'estabilitat.

La crisi de 2008 posa fi a aquest estat de coses: es manifesten els primers límits globals dels recursos de la Terra i l'economia mundial inicia oscil·lacions en un marc general d'estancament. Tot i que en aquell moment es va parlar de "refundar el capitalisme", el fet és que els grans poders econòmics trenquen l'acord tàcit sobre l'estat del benestar. Ara, amb l'amenaça del declivi d'alguns recursos bàsics (el petroli arriba a la seva màxima cotització) el creixement s'atura i, per tant, ja no hi ha res a repartir. Els grans detentors del poder mundial decideixen continuar augmentant els beneficis a costa d'augmentar la precarietat laboral i l'atur de capes cada cop més grans de població. A mesura que es generalitzen les millores tècniques i els sistemes d'automatització, el sistema va abandonant els més febles a la seva sort.

Aquest estat de coses condueix a una situació econòmica, social i política explosiva. Si en l'actual etapa d'oscil·lacions econòmiques sense creixement ja s'ha generat una gran crisi social, què passarà d'aquí a pocs anys quan s'iniciïn els declivis dels principals recursos bàsics com el petroli?

Algú ha anunciat que el món tan sols pot sostenir 500 milions de persones. Sense dir-ho, de forma implícita es refereix a persones del top de la classe alta mundial. I els altres 7.000 milions

de ciutadans del món, què fem? Disminuir la població és un argument pervers i fal·laç ja que els recursos de la Terra ben administrats poden suportar perfectament una vida digna de tots els habitants del planeta. Una altra cosa és plantejar una limitació en futurs augments de població. En tot cas, els reptes que tenim els humans en l'actual conjuntura són immensos. Certament, cal fer la transició energètica a fonts renovables i establir mesures de mitigació del canvi climàtic, però això no serà possible de forma pacífica, justa i equilibrada sense crear un nou paradigma que comporti un canvi de mentalitats i comportaments i noves formes d'organització social, econòmica i política.

8. Els nous valors i canvi de governança

Els humans som per naturalesa éssers socials i les civilitzacions humanes s'han construït de forma col·lectiva. En el si d'una societat es poden produir certes discrepàncies en les concepcions i els comportaments però aquesta tan sols adquireix estabilitat quan hi ha una base compartida per la gran majoria de la població que la forma. És el que denominem paradigma.

Els nous valors

La crisi actual, confluència d'una crisi de recursos materials i d'una crisi sobre organització social, demana un canvi de paradigma del qual, a continuació, s'analitzen els nous valors:

Respectar la naturalesa i els altres éssers vius

Aquest és un element bàsic del canvi de paradigma. Amb l'abundància creixent d'energia fòssil que ens ha permès accedir a altres recursos i a accions fins aleshores impensables, els humans ens hem ensuperbit i hem oblidat que formem part de la naturalesa i de la biosfera. Síntomes d'aquesta desconexió són les explotacions indiscriminades de recursos (boscors, minerals, pesqueries, els recursos fòssils), la contaminació creixent dels medis o la concentració de la població en megalòpolis insostenibles; millor dit, ens aïllem dels elements que asseguren la nostra sostenibilitat.

En el nou paradigma basat en recursos i energies renovables caldrà reorientar les accions humanes per respectar les dinàmiques naturals i la resta dels éssers vius, amb importants conseqüències en els nostres comportaments: a) Re-aprendre a col·laborar amb els sistemes naturals; b) Readaptar els temps i els llocs als fenòmens naturals i als ecosistemes; c) Deslligar el desenvolupament humà del creixement continu; c) Aturar (i probablement revertir parcialment) el procés de concentració urbana i de desertització del camp. Aquests canvis d'orientació tindran efectes positius en la resiliència de les societats, o sigui, en la capacitat de desenvolupar respostes per aconseguir l'estabilitat després de produir-se un desequilibri.

Recuperar la solidaritat intergeneracional

Els éssers vius han desenvolupat múltiples mecanismes per protegir la pròpia vida i, sobretot, per assegurar la pervivència de les pròpies espècies. Encara més, diferents espècies s'han agrupat en ecosistemes complexos on col·laboren en la pervivència col·lectiva; fins a temps recents, les societats humanes, molt més connectades als sistemes naturals i la resta d'éssers vius, han actuat d'acord amb aquestes regles i han tingut presents les generacions següents. Darrerament, però, enduts per l'esperit de conquesta, hem adoptat comportaments depredadors que viuen d'exhaurir el capital natural més que de cultivar-lo i viure dels seus rendiments. Això té conseqüències profundes per a les generacions futures que ja es comencen a percebre en

algunes societats avançades on, per primer cop, els fills tenen pitjors condicions de vida que els pares. La preocupació per la pervivència i sostenibilitat de les generacions futures és un dels nous canvis que ha d'incloure el nou paradigma.

Canvi en les relacions econòmiques i laborals

Aquesta tercera gran línia del canvi de paradigma afecta els conceptes bàsics que guien les relacions laborals i de l'economia. Sorpren constatar una dicotomia bàsica en els comportaments en les nostres societats en funció de l'àmbit considerat: en les relacions familiars i socials es considera una actitud correcta la generositat i la cooperació (els pares envers els fills, en les activitats del món associatiu, l'ajuda als desvalguts o accidentats); en canvi, en el món econòmic i laboral imperen l'egoisme, el màxim lucre i l'acaparament, especialment després que les concepcions neoliberals hagin esdevingut hegemòniques en les altes esferes econòmiques i de poder polític.

La nova economia basada en uns recursos naturals limitats i en una energia renovable abundant, però menys intensiva, col·lideix amb les actituds neoliberals. L'ésser humà és per naturalesa social, i en el nou context caldrà estendre les actituds de generositat, de col·laboració i de compartició a les activitats econòmiques i laborals, en lloc de les actituds de competició egoista i d'acaparament que imperen avui dia.

Evolucionar en un temps molt limitat

En general, els canvis de valors que configuren el paradigma d'una societat són lents i poden abastar diverses generacions. Tanmateix, el canvi de paradigma a què ens aboca la crisi actual té uns temps més curts, d'escassament una generació. En efecte, el gros de la transició energètica s'haurà d'haver resolt en els propers decennis i els primers efectes ja són entre nosaltres.

Per tant, per efectuar una transició ordenada i pacífica, la humanitat disposa d'un temps molt limitat per operar el canvi de paradigma. A més, ho ha de fer en un món molt desequilibrat on conviuen uns països privilegiats (a l'OCDE viuen uns 1.300 milions de persones) que tenen el temor de perdre el seu estatus, amb països en vies de desenvolupament (els països no-OCDE sumen prop de 6.000 milions de persones) que aspiren a créixer per aconseguir aquest estatus. La governança política local, estatal, regional i mundial serà clau per conduir aquesta transició.

Canvi de governança

Davant de l'actual crisi de recursos i ambiental combinada amb l'acaparament de riquesa per part dels més poderosos i de l'augment de la precarietat, han anat sorgint propostes alternatives de subsistència, noves formes d'organització i noves experiències d'economia alternativa a escala local o regional basades en els recursos propers i el treball participatiu.

No és estrany, doncs, que els grans poders econòmics i els sectors afins hagin vist perillar la seva hegemonia i recelin d'aquestes alternatives en els territoris; a través dels alts cossos administratius, sovint s'han atrinxerat darrere de la *sobirania absoluta* dels estats nació i d'organismes afins i en contra les transformacions que els són adverses. Cal dir, però, que organismes mundials o regionals (entre els quals, les Nacions Unides i la Unió Europea) també han acollit iniciatives de desenvolupament de tasques essencials per establir criteris i regulacions de caràcter global.

Amb les crisis d'avui dia, reblades pels efectes de la pandèmia de la Covid-19, no n'hi ha prou

amb una acció cívica i política convencional; cal adequar les regles del joc per construir una societat futura més participativa i justa capaç de donar respostes viables als reptes energètics i climàtics.

Reforçar les polítiques locals

La governança mundial ha tendit a consolidar la primacia dels grans estats en detriment dels nivells de representació i de govern més propers als ciutadans (municipis i regions) i també ha limitat o impedit la democratització dels nivells superiors com la Unió Europea o les Nacions Unides.

En el nou context cal reforçar les capacitats de decisió i actuació dels nivells de govern més propers als ciutadans (regions, municipis, associacions) amb l'objectiu de construir alternatives, apoderar les persones i restituir la seva capacitat d'incidir sobre els recursos dels seus territoris. Alhora, són els àmbits més propicis per a l'experimentació social i política que requereix la transició energètica, el resultat de la qual pot ser traslladats posteriorment als nivells superiors de governança

Ampliar els àmbits de governança compartida

En el món fortament interconnectat d'avui dia, els poders econòmics prenen les grans decisions mentre els governs públics solen restar fraccionats entre diferents nivells i diferents territoris. En moltes circumstàncies, la *sobirania absoluta* dels grans estats s'ha convertit més en un dic de contenció controlat per les oligarquies que en la defensa dels drets de la ciutadania.

En canvi, les millors decisions col·lectives es prenen en deliberacions i acords entre governs de diferents nivells i territoris, en una nova cultura de *governança compartida* que impulsa una societat més madura i articulada. La nova governança s'hauria de basar en els principis següents: a) *Principi d'hospitalitat* [Bauman-2016]. En una Terra finita, tots els humans tenim dret a beneficiar-nos dels seus recursos. b) *Principi d'autosuficiència*. Convé dimensionar les poblacions i les activitats als recursos de cada indret. c) *Principi de subsidiarietat*. Convé adoptar les decisions i les accions de govern als nivells més propers als ciutadans, sempre que es donin les condicions adequades. d) *Principi d'inviolabilitat*. Els electes de cada nivell o territori han de gaudir d'inviolabilitat davant d'altres poders en la defensa de les idees i les accions dels seus representats.

Articular sistemes de mediació i arbitratge

Per avançar en la governança compartida cal articular a tots nivells dos tipus d'accions bàsiques: a) Promoure arreu l'esperit de cooperació i concòrdia, on es fomenti el respecte a l'altre, el diàleg i la construcció d'acords; b) Articular sistemes de mediació i d'arbitratge per resoldre els conflictes que s'originin entre les parts. Alguns dels àmbits on cal resoldre els conflictes més delicats entre diferents nivells d'administració o entre territoris, són: la fixació i el control dels processos electorals; la recaptació i repartiment dels recursos fiscals; els sistemes de mediació i de justícia; la regulació dels mitjans de comunicació, i l'ús de les forces d'ordre públic.

9. Conclusions

La transició energètica és ineludible. L'actual crisi energètica i ambiental condiciona (i condicionarà) tots els aspectes de la vida humana en el futur. Fer o no fer la transició energètica no és una opció; on hi ha opcions és en com s'aborda aquesta transició.

Catalunya, Andorra davant la crisi. Tant a Catalunya com a Andorra, sense recursos fòssils

propis i amb un fort drenatge econòmic per importar-los, la transició energètica és cabdal per al seu desenvolupament. Catalunya ha d'incidir especialment en la indústria i el transport i, Andorra, en els serveis (comerç i el turisme) i en el transport. La pandèmia de la Covid-19 ha posat més de manifest la gravetat de la crisi i la necessitat d'impulsar decididament les actuacions per fer efectiva aquestes transformacions.

Nous valors. La transició a la nova societat basada en recursos energètics sostenibles obliga a un canvi de valors que configuren un nou paradigma on cal destacar el respecte a la naturalesa i els altres éssers vius, la solidaritat intergeneracional i un canvi en les relacions econòmiques i socials.

Transformar la governança. Finalment, avançar en una transició energètica sostenible i equitativa tan sols serà possible si som capaços d'evolucionar vers noves formes de governança pública on cal destacar el reforçament dels nivells de governança més propers als ciutadans (especialment els locals), la impulsió de formes de governança compartida entre nivells d'administració i territoris i el desenvolupament de sistemes de mediació i arbitratge adequats a aquest nou context.

Bibliografia

- BANC MUNDIAL [BM-2020] *Population (indicator)*, Banc Mundial.
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?view=chart> [consulta 2020]
- BAUMAN, Z. [Bauman-2016] *Strangers at Our Door*, John Wiley & Sons, EUA, maig de 2016.
- CDIAC [CDIAC-2020] *Global Fossil-Fuel CO2 Emissions*, Carbon Dioxide Information Analysis Centre.
https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/tre_glob_2014.html [consulta 2020]
- FAO [FAO-2011] *"Energy-smart" food for people and climate (issue paper)*, Roma 2011. <http://www.fao.org/docrep/014/i2454e/i2454e00.pdf>
- FAOSTAT [FAOSTAT-2020], *Base de dades*, Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura, Roma.
<http://www.fao.org/faostat/es/#data> [Consulta 2020]
- FEDA [FEDA-2020] *Dades principals 2015 i 2016*, Forces Elèctriques d'Andorra.
<https://www.feda.ad/sobre-feda/dades-principals>
- ICAEN [ICAEN-2020] *Balanç energètic de Catalunya per anys (1990-2017)*, Institut Català de l'Energia (Generalitat de Catalunya) [consulta 2020]
http://icaen.gencat.cat/ca/energia/estadistiques/resultats/annuals/balanc_energetic/
- IEA [IEA-2020] *Energy Balances*, Agència Internacional de l'Energia.
<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD> [consulta 2020]
- GOVERN D'ANDORRA [GDA-2018] *El Pla sectorial d'infraestructures energètiques identifica els equipaments necessaris per triplicar la producció d'energia*, Govern d'Andorra 2018.
<https://www.govern.ad/medi-ambient/item/8981-el-pla-sectorial-d-infraestructures-energetiques-identifica-els-equipaments-necessaris-per-triplicar-la-produccio-d-energia>.
- GOVERN D'ANDORRA [GDA-2020] *Energia*, Departament d'Estadística del Govern d'Andorra.
<https://www.estadistica.ad/serveiestudis/web/index.asp?lang=1> [consulta 2020].
- JOHNSON R. [Johnson-2015] *Historical World Population Data*.
<file:///D:/1-documentaci%C3%B3/DOC-7-SOCIETAT-temes/poblaci%C3%B3/Historical%20world%20population%20data.html>
- LOVELOCK, J. [Lovelock-1988] *The Ages of Gaia. A Biography of Our Living Earth*, Oxford University Press 1988. Edició en castellà: *Las edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo*, Metatemas, Tusquets Editores, Barcelona 1993.
- OICA [OICA-2020] *Vehicles in use*, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, Paris. <http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/> [consulta 2020]
- OWIDATA [OWID-2020] *Global Direct Primary Energy Consumption*, Our World in Data.
<https://ourworldindata.org/energy> [consulta 2020]
- PUJOL SOLER, J.; RIBA ROMEVA, C. [Pujol-2019] *La transició energètica a les renovables. Cap a una energia social i solidària*, Pol·len Edicions, Barcelona, setembre de 2019.
- RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J.A. [Ramankutty-1999] *Estimating historical changes in global land cover: Cropland from 1700 to 1992*, Global Biogeochemical Cycles, Vol. 13, No 4, Pages 997-1027, December 1999. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/1999GB900046/pdf>