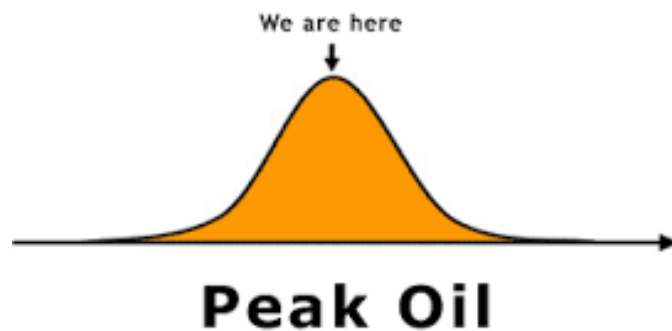


Els reptes de la Crisi Energètica



Ponències del IV Seminari d'Ecologia Política- Econflictes

[Universitat Autònoma de Barcelona, juny 2022]

Adrián Almazán

Antonio Turiel

Carles Riba Romeva



Comitè Redactor

Marc Gavaldà (Coord.)

Nicolás Vadillo,

Xavier Andreu Béjar

Marlen Grundmann

IV Seminari d'Ecologia Política Universitat Autònoma de Barcelona

<https://econFLICTES.home.blog/> @EconFLICTES_uab

ÍNDEX

Presentació: La crisi energètica, de la reflexió a l'acció

1. Alternativas socio-técnicas ante la crisis energética: la necesidad de energías renovables realmente renovables

Adrián Almazán

2. El futur de l'Energia: la fase de l'acceleració

Antonio Turiel

3. Transició Energètica i Territori

Carles Riba i Romeva

La crisi energètica: de la reflexió a l'acció

Comité Redactor

Les evidències de l'encreuament d'una crisi multidimensional de gran abast és ja difícil de dissimular. Les conseqüències del canvi climàtic ja ens afecten les nostres vides, al temps que l'economia global ha ingressat pel carrer d'una recessió de la que no se'n sortirà sinó canvia de model. En els darrers anys, es fa més evident que el sistema capitalista basat en un creixement infinit està topant ja amb els límits físics d'un planeta, que no creixerà en dimensions ni volums, per molt que el pensament màgic financer ho negui. Transitarem doncs el pic de producció de combustibles fòssils convencionals i ja iniciem la davallada que ens acosta a horitzons d'esgotament i carestia de recursos fins ara imprescindibles per mantenir el nivell de consum al qual ens hem acostumat. Querosè, dièsel, gasolina, urani, però també metalls i subministres industrials cada cop se'n produeixen menys i són més costosos. Els talls encadenats de les diferents baules de la cadena de subministres s'escampen i afecten cada cop a més sectors de l'agricultura i la indústria.

Mentrestant, les elits econòmiques inserides en els mecanismes de poder i decisió, ens esperonen fabricant més diners i deutes cap a una transició electrificada, *hidrogenada i verda* que no es podrà sostenir perquè li mancaran recursos minerals i energètics per a portar-la a terme. I mentre perdem el temps en quimeres i cants de sirena renovables, seguim augmentant emissions i acostant-nos cada cop més de pressa al llindar d'escalfar 1,5 graus el planeta i abocar-nos als punts de no-retorn climàtics que ens deixaran una Terra on serà molt més difícil viure-hi.

La Universitat i les ciències ambientals no poden quedar-se al marge de la història, ni passar per alt, o dissimular que vivim ja un col·lapse. Per aquest motiu, enguany en la **IV^a edició del Seminari d'Ecologia Política** hem decidit abordar el punxegut tema de la crisi energètica i climàtica amb tres ponències de gran relleu.

Adrian Almazán, de la Universidad Autónoma de Madrid, ens introdueix amb molta traça i matissos, una crítica a l'optimisme tecnològic que ens fa confiar a cegues en les solucions tecnològiques sense canviar el sistema capitalista, fòssil, centralitzat i no democràtic que el sustenta. Calen, apunta, transformacions dels nostres imaginaris, les nostres prioritats i les nostres institucions.

Antonio Turiel, científic de l'Institut del Mar i del CSIC, autor de llibres com *Petrocalipsis* i redactor del blog de referència *The Oil Crash*, en resumeix les evidències del col·lapse energètic en el qual ja està transitant la humanitat, el qual arrossega a molts països a viure ja situacions de carestia d'aliments, aigua i energia i com el *peak oil*, d'urani, carbó i gas arrossegueu

irremeiablement a l'economia i els processos industrials a una crisi que no trobarà altra solució que el decreixement i el canvi de model econòmic. Negar-se a acceptar aquestes evidències i deixar passar el temps, com s'està fent fins ara en la dinàmica *bussiness as usual*, agreuja encara més la crisi i les seves conseqüències.

Carles Riba Romeva, catedràtic de la Universitat Politècnica de Catalunya i membre del Col·lectiu Per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible (CMES), ens aterra en els desafiaments de la transició energètica al territori català i ens posa negre sobre blanc en les possibilitats d'implantació de les fonts d'energia renovable tenint en compte els usos del sòl i les limitacions espacials.

Aquest quadern, ha estat redactat en base a les transcripcions de les ponències d'Adrian Almazán, Antonio Turiel i Carles Riba al IV Seminari d'Ecologia Política de la UAB. Han participat a la redacció els alumnes del grau de Ciències Ambiental Nicolás Vadillo, Xavier Andreu Béjar i Marlen Grundmann, amb la direcció i correcció de Marc Gavaldà. Esperem que el seu contingut ajudi a conscienciar-nos de manera informada i reflexiva, de la necessitat de passar a l'acció cap a una transició energètica, que necessàriament haurà de ser post-capitalista per la impossibilitat de seguir creixent.

Durant la redacció d'aquest quadern, ens ha deixat Josep Cabayol, periodista i activista de SiCom que va presentar el seu darrer documental 50°C en la jornada inaugural del Seminari d'Ecologia Política 2022. Dedicuem aquesta publicació a la seva memòria.

1. Alternativas socio-técnicas ante la crisis energética: la necesidad de energías renovables realmente renovables

Adrián Almazán

El punto de partida es que hay que entenderlo todo a partir de la constatación de lo que el capitalismo industrial ha construido desde hace 2 siglos. El capitalismo industrial se puede entender como un modo de vida imperial, esta tiene que ver con una relación de dominación destructiva, tanto al interior de la sociedad o la sociedad hacia la naturaleza y entre sociedades. Esa idea de modo de vida imperial está bien establecida en los estudios críticos de justicia ambiental pero también en la crítica al colonialismo o otros ámbitos y sin embargo suele tener un punto ciego que es el punto referido a la tecnología.

La visión hegemónica de la tecnología

¿Qué papel juega la tecnología tanto en esas dinámicas de dominación imperial como en las alternativas opciones o incluso propuestas políticas emancipadoras que tratan de ir más allá y enfrentarse a esa dinámica imperial en el sentido de dominación?

Básicamente, en gran parte de esos análisis y de esas propuestas el punto de partida ha sido la consolidación de lo que podemos llamar una neutralidad de esa tecnología con una conceptualización de las mismas, así como el fruto de muchas veces dinámicas de desigualdad social y de destrucción.

Se entiende la tecnología como un fruto objetivo, un fruto aporoblemático, un fruto totalmente flexible que puede ser recuperado y por lo tanto que puede ser puesto al servicio de fines sociales. Ese era por ejemplo pues el caso de gran mayoría de las propuestas marxistas que tenían una raíz progresista muy fuerte que planteaba más o menos la sencilla ecuación de que el desarrollo industrial ha sido fruto de la dominación capitalista, la destrucción capitalista, y la desigualdad capitalista.

Pero también cabe destacar que ha generado una infraestructura, digamos un conjunto de tecnologías que ahora pueden ser recuperadas y pueden ser puestas al servicio de otro proyecto social liberal, eso tiene que ver con esa idea de neutralidad tecnológica, es decir un instrumento que puede estar sujeto a usos diversos.

Básicamente la gente que se ha intentado centrar en hacer contabilidad de base energética intentando partir de ahí en la construcción de una noción de valor pues también suele confiar mucho

en que la solución a los diagnósticos de crisis, en particular de crisis tecnológica, pasa por una reducción del consumo sí, pero también por la utilización de la tecnología que existe o la creación de nuevas tecnologías. Digamos esa visión puramente instrumental herramientista de la tecnología a nuestro servicio.

Esa visión en el fondo es hegemónica a nivel social pero que también es fundamentalmente hegemónica en las propuestas que han analizado en las dimensiones del problema de este capitalismo industrial y las posibles guías. Esta visión ha permeado en gran medida tanto nuestra manera de comprender la crisis socio ecológica como las guías de cómo hacer frente a la misma sobre todo en el ámbito de lo energético. Entonces creo que sin darnos mucha cuenta en las últimas décadas hemos ido reproduciendo muchos prejuicios que tiene que ver precisamente con ese marco de análisis influenciado completamente por esta interpretación.

El mito de la eficiencia

Uno de los problemas es que pensemos de manera hegemónica el problema al que nos enfrentamos es fundamentalmente una transición técnica – la transición energética es una transición técnica – ha hecho que por ejemplo le demos mucha mucha importancia a la noción de eficiencia. Es decir a la mejora tecnológica “qué va a hacer” digamos que se de esa reducción del consumo.

Por ejemplo, hemos perdido de vista que no hay mejora en la eficiencia – energética, de producción, etc... – que no tenga también su correlato social en concreto en forma de efectos rebote. En cómo de alguna manera la optimización de un proceso puede repercutir en la ampliación del consumo – Paradoja de Jevons – precisamente por la extensión de ese mismo proceso.

Y luego sobre todo yo creo que donde mejor se expresa esa mala comprensión, desde mi punto de vista, y ahora os explicaré porqué, es que el fenómeno tecnológico se trata con cierta fetichización, como una idolatría. Un ejemplo claro es como hemos situado las energías renovables de alta tecnología como la gran solución definitiva con el paradigma de que todo puede seguir igual.

Los problemas de la transición

Pero con ese cambio técnico que tiene muchos problemas asociados, ha habido muchos límites y muchas dificultades que imagino que igual Antonio Turiel habla sobre alguno de estos que nosotros no hemos tenido en cuenta.

Fundamentalmente que no se ha tenido en cuenta algo básico que yo creo que está en el corazón de la propuesta de la economía ecológica y es que nunca hay energía sin el uso de materiales.

No se puede producir extraer y dar una utilización social a la energía que no pase a la vez por tener dispositivos de captación y utilización de la energía, no es lo mismo la energía bruta que luego la útil que podemos utilizar, la energía está sujeta a la segunda ley de la termodinámica. Existen desgastes...

Existen límites materiales y espaciales a cualquier tipo de transformación energética y en particular a la transformación energética renovable – no es lo mismo la energía existente y la que podemos utilizar.

El problema de la concentración

A nivel de los materiales es muy evidente por ejemplo, toda piedra que podamos tener en nuestra mano tiene oro – muy poco concentrado – pero el tipo de proceso que había que hacer para extraerlo de la piedra es tan costoso y complicado que a efectos prácticos no tiene oro.

Pues esa baja concentración es propia de casi todas las energías renovables. Aunque tenemos suerte porque por ejemplo pues el agua se auto concentra a sí misma por las dinámicas geológicas y por tanto pues accedemos a ella un alto nivel de exergía (concentración). Por el contrario el sol no, tiene una alta disponibilidad pero una baja concentración (baja exergía).

Bajas Tasas de Retorno en Renovables

Los rendimientos de las renovables son normalmente bajos, las tasas de retorno también, los únicos que pueden ser aproximadamente comparables con las que nos hemos acostumbrado en el mundo son aquellas que se basan precisamente en la utilización de energía hidroeléctrica que exigían flujos de agua de cuencas hidrográficas, pero tampoco eran altos rendimientos. Además las vidas útiles de los dispositivos de alta tecnología son bajos incluso por lo tanto aunque hiciéramos todo este tipo de transición – hacia menos dependencia de los fósiles – tendríamos problemas análogos mucho peores en unas pocas décadas.

Eso es un límite muy importante y por supuesto otro problema es que los rendimientos de lo que son las acumulaciones de esas energías que pasan por la electrificación son extremadamente bajos normalmente. Son extremadamente bajos por las tasas de retorno energético de los procesos de construcción de baterías y ya no hablemos por ejemplo de fenómenos del hidrógeno – que es una “pila” no una fuente de energía – que parece que tienen tasas de rendimiento muy bajas.

El problema del capitalismo

Entonces el límite del material es muy importante, como muchos otros que quedan oscurecidos a causa digamos de esa mala comprensión de la tecnología. Pero también hay límites estructurales es decir límites social políticos. Yo creo que el problema fundamental es el capitalismo.

Hay una clara sinergia que da cuenta de que hayan venido de la mano el despliegue del capitalismo a nivel global y la extensión de la construcción del mundo de combustibles fósiles. Esto tiene que ver con que hay una afinidad muy grande entre una energía que se presenta en forma de stocks muy maleable con capacidades muy diversas y muy concentrada enérgicamente precisamente con una economía que busca el crecimiento y que tiene muchas veces esa misma naturaleza.

Los flujos – de materia y energía de manera circular – no son igual de compatibles con esa misma estructura y sobre todo no son igual de compatibles con la acumulación que es un vector muy importante en el sistema capitalista. Y luego por supuesto ignora los conflictos, es decir, cuando estamos hablando de que hay utilizar tantos medios o tantas hectáreas del territorio o vamos a hacer este despliegue socio-técnico o vamos a necesitar esos materiales, estamos hablando de diferente manera de conflictos en el territorio. Estamos hablando de extractivismo, de destrucción social y del ecosistema. Por consiguiente muchas veces estamos hablando de conflictos en el seno de una población.

Entonces todos esos límites que eran oscurecidos por esa visión instrumental y fría de la tecnología han de ser considerados si queremos tener éxitos que han de ser necesariamente moderados en los tiempos en los que nos encontramos con un colapso eco-social ya en curso. Por lo tanto es muy importante que luchemos contra esta concepción un poco fetichista de la tecnología de la que hemos hablado antes. Que lo que hace fundamentalmente es separar la tecnología de las dinámicas sociales, en el sentido de la aplicación de esta en políticas económicas.

La realidad es que llevamos casi el mismo tiempo planteando las problemáticas que vienen asociadas al capitalismo fósil que planteando que las renovables van a ser la solución. Casi podemos retrotraernos y llevamos casi las mismas décadas diciendo prácticamente la misma cosa y yo creo que aquí nos estamos planteando el dilema de la necesidad de hacer otras cosas e intentar plantear ideas nuevas porque parece que ni lo uno ni lo otro nos está sirviendo demasiado.

Técnica y tecnología

Aquí no tengo tiempo de desarrollar en mucha profundidad precisamente cuáles son los fundamentos sociales políticos e imaginarios de la constitución de ese ese paradigma dominante sobre la tecnología nuestra sociedad eso lo hecho un poco en el libro “Técnica y tecnología” .

Pero digamos que la conclusión, una de las conclusiones importantes del libro, es que para entender realmente lo que una tecnología es en una sociedad lo que tenemos que hacer es abordar la cuestión precisamente en la amplitud de todas sus interpelaciones sociales políticas y económicas, lo que conlleva para el caso de las sociedades capitalistas industriales necesariamente aplicar una visión

global y orgánica que interconecte la tecnología con todas las otras áreas, pero también la tecnología con un territorio al tener una escala planetaria y un conjunto de dinámicas ecosistémicas.

Y no entender la tecnología únicamente desde una perspectiva de la ingeniería o de la energía. Hay que intentar de alguna forma poner en relación esa dinámica que tiene que estar ahí. Si quisiéramos hacer como un resumen de en qué términos tenemos tecnologías son imperiales habría que decir que no son solamente el vector casual de estos modos de vida imperial sino que son en gran medida una de sus encarnaciones, pues podríamos hablar de tres dimensiones cruciales que nos permiten hablar en términos de estas tecnologías.

El metabolismo energético

Una por supuesto de la metabólica, eso está claro, hay una interconexión muy profunda de los metabolismos fósiles y nuestras tecnologías – las tecnologías que usamos de manera cotidiana – que también creo que Hornborg bueno pues lo ha captado muy bien cuando ha puesto en relación a la tecnología con la noción de intercambio ecológico desigual .

Es decir tenemos tecnologías que existen básicamente porque hay una diferencia entre los flujos de dinero y los flujos de materia y energía o sea entre economía y física . Es decir existe un flujo asimétrico de captación de tiempo humano y de espacio natural que vienen embebidos tanto en nuestra captación de combustibles fósiles como en la captación por ejemplo de las producciones que ahora vienen del sur global etcétera etcétera.

Tenemos tecnologías que no son separables de la abundancia energética fósil, es decir de la destrucción ecológica y por consecuencia de la ecológica de la injusticia y ambiental pero también de la injusticia social. Esto no es digamos un atributo casual sino que es un atributo estructural a nivel material por ejemplo necesitamos la utilización de materias primas raras, estas tienen que extraerse, y están depositadas en un determinado punto etcétera etcétera.

Pero si queremos además también como se ha querido hasta ahora que las tecnologías formen parte de dinámicas de acumulación que sean compatibles con el capitalismo pues vienen asociadas con determinada estructura productiva con un determinado tipo de relaciones laborales...

Además, hace no tanto tiempo, pero lo suficiente como para que se haya establecido, esta viene asociada también a una economía globalizada y una economía en ese sentido que es absolutamente dependiente del crecimiento continuado. Por lo tanto digamos que no hay una separación, no existen las tecnologías por un lado y todo eso por otro. Existe una organicidad.

Colonialismo energético

Eso es muy importante en el caso de la energía porque es lo que nos permite hablar de varios niveles de colonialismo energético. En el caso de las energías renovables de alta tecnología, ejercemos por una lado un colonialismo energético que es muy evidente con la captación gracias al desarrollo desigual de materias primas de otros territorios. Esto está muy claro, tenemos las problemáticas asociadas al litio, a la captación de combustibles fósiles que quedan aplicados a las renovables utilizando nuestra posición geopolítica estratégica ,las tierras, la madera de balsa... Y muchos más conflictos que podríamos listar.

Pero también hay un colonialismo energético que cada vez más nos sitúa a nosotros en la posición periférica. Es decir, el tipo de transición renovable que se está poniendo sobre la mesa no es una transición renovable que sea ni democrática ni orientada a la satisfacción de necesidades y ni soberana territorialmente. Estamos básicamente frente a un proyecto de transición energética renovable que lo que prioriza es una visión económica continental que da toda la prioridad a los espacios centrales, que prioriza el mantenimiento de la acumulación e industria capitalista de países ,fundamentalmente como Alemania, y que nos convierte en zona de sacrificio de la producción energética y del mantenimiento de esas dinámicas de acumulación en otros lugares.

Eso lo hace desde el sur de Europa al centro Europa y dentro de nuestro propio territorio peninsular lo hace desde el centro a las periferias o sea, no se plantea por ejemplo una reducción drástica o una transformación de los consumos urbanos sin el sacrificio de los entornos rurales para el mantenimiento de esos otros espacios .

Además todo ello hecho en una lógica que prioriza el crecimiento y el beneficio y que por tanto pues tiene muy poco de racional. Yo, por ejemplo, vivo en Álava se van a hacer macro instalaciones de parques eólicos en los espacios con mayor valor a nivel de biodiversidad simplemente porque son los que tienen supuestamente mejores datos de viento y mayor potencial para captar y producir electricidad. Todo esto en un contexto especulativo que es indisoluble de los nuevos planes de estímulo europeos.

Esa es nuestra transición energética y una dimensión de colonialismo que también es intergeneracional , cuando hablamos de las bajas vidas útiles y cuando hablamos de toda esta ocupación del territorio en realidad de lo que estamos hablando es de que estamos reduciendo las posibilidades de las generaciones futuras de subsistir directamente o desarticular de otra manera nuestro metabolismo cuando hayamos ocupado terrenos productivos o hayamos ocupado o destruido la biodiversidad , hayamos quemado combustibles fósiles para poner en marcha esta transición...

La dimensión social

Entonces esa dimensión metabólica es muy importante pero por supuesto también existe una dimensión social. La transición energética tal y como se está haciendo hoy si queremos ponerla como ejemplo, responde a intereses capitalistas y a intereses de organizaciones estatales.

Pensar hoy en energía en el Estado Español es pensar en actores oligopólicos que lo que hacen es transformar su negocio que ha sido el negocio de los combustibles fósiles en el negocio renovable. “Iberdrola” es un ejemplo bastante claro o “Petronor” es un ejemplo alarmante, como de ser el buque insignia precisamente de todo lo que es la industria petrolera, se quiere convertir ahora en la empresa modelo captando además fondos públicos de aislamiento y la eficiencia energética. Este es el tipo de proyectos que se están poniendo sobre la mesa.

Optimismo tecnológico

Y por último las dimensiones imaginarias, que yo creo que son dimensiones muy importantes para las que se necesita mucho tiempo para abordar, ya que existe una raíz muy profunda que es la que intentó abordar en el libro.

Y es que en nuestras sociedades de legitimación de la tecnología y de también búsqueda de soluciones en la misma. Ha obtenido diferentes nombres como tecnosolucionismo, tecnoutopismo...Pero yo creo que todos ellos son como retoños del mismo árbol. Es el árbol de paradigma del progreso, ese árbol de la confianza ciega en el genio humano, en el desarrollo tecnológico y que vamos a ser capaces de poner a nuestro servicio la naturaleza. De ser más inteligentes que la propia naturaleza y de solventar todos esos problemas con soluciones técnicas.

Ahí no solamente estamos atribuyendo a la tecnología de alguna manera un atributo mágico sino que encima nos estamos poniendo en una posición de mucha dificultad para hacer frente a nuestros verdaderos problemas y para comprenderlos. En el ámbito climático por ejemplo todo el discurso del cero neto es alarmante en ese sentido, es decir, ante la constatación o supuesta constatación de un problema lo que hacemos es decir que no existe tal problema porque la solución estará por venir.

Entonces simplemente lo que hacemos es confiar ciegamente en que existen tecnologías que son capaces de reducir el problema que estamos generando en el presente. Incluso cuando se supone que hay una constatación de dicho problema. Es tan fuerte ese sentimiento pseudorreligioso o religioso, que nos permite precisamente poner en tela de juicio y poner en riesgo casi todo en esa confianza ciega.

En el ámbito energético nos encontramos un poco en la misma situación a nivel general. Podemos incluso constatar, y creo que eso se constata a nivel generalizado, que vivimos ya una época de declive de los combustibles fósiles y sin embargo vivir con toda tranquilidad y toda confianza pensando que va a haber una continuidad que tiene que ver con la posibilidad de una transición tecnológica.

Andrés García es un sociólogo que realizó un estudio sobre como hay una falta de homogeneidad entre el nivel de consciencia de la problemática ecológica y el nivel de preocupación. Y el puente que digamos enlaza esa incoherencia es precisamente la confianza tecnológica en gran medida.

Entonces en ese sentido, y teniendo en cuenta que son esas tecnologías fenómenos puramente históricos y que están integrados de manera orgánica en el conjunto de la organización de nuestra sociedad, creo que tenemos que pensar también en alternativas tecnológicas que tengan esa visión de conjunto amplio.

Transformar el imaginario

No podemos simplemente centrarnos en ese tecnosolucionismo. No podemos centrarnos simplemente en priorizar esos artefactos en una cierta continuidad sino que tenemos que entender (que creo que eso es algo que también más o menos compartimos, que transformaciones de nuestro metabolismo son transformaciones de nuestra sociedad) que son transformaciones de nuestros imaginarios, de nuestras subjetividades de nuestras prioridades, nuestras instituciones...

Es un poco lo que intentamos abordar (ese cambio) desde el ámbito de investigación al que yo pertenezco que son las humanidades ecológicas, en un sentido amplio las humanidades energéticas.

Yo estoy, desde hace un tiempo, trabajando en una opción que propone la aplicación de técnicas humildes, que lo que pretende un poco es ser una propuesta más de lo que podríamos poner sobre la mesa como una de las necesarias transformaciones tecnológicas que nuestra sociedad requiere. Transformaciones que yo creo que deberían ser democráticas, que deberían politizarse o sea que deberíamos entender la tecnología como un ejercicio de poder y por tanto pues intentar ganar una participación en el mismo.

Creo que habría que realizar un ejercicio político de inventario es decir ver que tenemos, que no, que implicaciones tiene esto que tenemos o qué tipo de mundo es compatible con qué tipo de prioridad y con lo que tenemos. Entonces si nuestro proyecto coincide con lo anterior o no, que tipo de cosas nos podemos quedar o que cosa no nos podemos quedar.

Técnicas humildes

Si yo participara en este debate creo que necesitamos darle mucho espacio a estas técnicas humildes que yo creo que deberían cumplir al menos tres características básicas:

- El primero es precisamente que fueran “Gaianas” en el sentido de que aspiraran a un sentido más simbiótico que dominador. Hay muchas dinámicas que son importantes. Una de ellas es la biomimesis: más que intentar imponer metabolismos lineales sobre dinámicas que fundamentalmente son espirales en el planeta, se habrían de adaptar e intentar maximizar y obtener lo que necesitan de esas dinámicas naturales.

La agroecología es un ejemplo de eso, es decir, en vez de intentar hacer un desarrollo tecnológico – por ejemplo, poner fertilizantes de síntesis químicos forzando los ciclos naturales – adapta ciclos que son espontáneos, que son naturales en ese sentido, obteniendo parte de la energía que necesita. Eso se podría ampliar a muchos otros ámbitos productivos que podrían adaptarse a esa espiralidad natural, sobre todo adaptarse a los ciclos, al tipo de materiales, al tipo de elementos que aparecen de manera natural en el planeta.

“La naturaleza sabe lo que hace” decía Commoner, bueno pues esa es un poco la idea imitar más y forzar menos. También está el libro de Jorge Riechman titulado “Biomímesis” que plantea una base muy sólida al respecto.

Entonces esa transformación metabólica claramente nos tendría que llevar al metabolismo no fósil, un metabolismo que en el tema energético supone un límite mucho más grande de lo que parece.

Luego también necesitamos técnicas que sean democráticas, en el sentido de pequeña escala, que fueran comprensibles, que pudieran ser gestionadas a un nivel no sé si comunitario pero al menos a un nivel más reducido del nivel estatal y macro estatal, en ese sentido pues conecta con otras nociones como las de tecnologías apropiadas, tecnologías sencillas, tecnologías simples, lo pequeño es hermoso... Esa dinámica en general.

Porque la escala también es un problema muy importante porque pensar que a día de hoy el desarrollo tecnológico es un gran negocio está en mano de actores privados, pero también es un gran vector de poder a nivel de inversión de los espacios estatales.

Democratizar la tecnología

Entonces plantear una democratización de la tecnología es una transformación revolucionaria, en ese sentido, sobre todo en una sociedad que se relaciona de manera sonámbula con tecnología, de manera acrítica.

Partiría primero de despertarse de ese sueño y después intentar tomar las riendas, o sea que no es ninguna tontería, suena muy fácil “democratizar” pero quizá es más difícil que democratizar una institución porque la tecnología también está en el corazón de la acumulación capitalista.

Y luego nosotros hablamos de ecosocialismo descalzo desde hace un tiempo, bueno yo creo que también deberían ser descalzas las técnicas, en el sentido precisamente de no pretender de alguna forma estar en esta posición prometeica del ser humano, en esta posición dominadora, sino precisamente intentar pasar al segundo plano.

Integrarse de alguna manera en la trama de la vida , a partir de una cierta fugacidad, de una reducción de consumo por supuesto y un montón de elementos que nos llevarían de pensarnos como una especie de pilotos fórmula uno a andar de la mano de nuestro burro, a nivel simbólico imaginario, un cambio de valores un cambio de paradigma importante .

Es viable esta tecnología?

Este planteo hay que aplicarlo también en el ámbito de la energía, es decir, hay que tomarse muy en serio la diferencia entre lo que era una receta factible y la tecnología viable. O mejor dicho: sistemas técnicos que sean viables. La realidad es que, a día de hoy, hemos construido un sistema tecnológico que era pseudoviable, es decir, era viable bajo la circunstancia de tener suficiente espacio ecosistémico como para seguir destruyendo o suficientes combustibles fósiles como para seguir quemando.

Esa viabilidad se está agotando precisamente por el agotamiento de esos bienes fondo y entonces ahora tenemos el desafío de construir un nuevo sistema técnico que sea viable. Pero la realidad es que es el nuevo sistema técnico viable no lo tenemos actualmente y en su lugar tenemos un conjunto de recetas factibles. ¿En qué sentido factibles? Bueno, en que se pueden hacer , es decir , tú puedes capturar la energía del sol y generar electricidad, puedes capturar energía del viento incluso puedes hacer una pila que acumule energía eléctrica y la transforme en hidrógeno.

Ahora bien, ¿ algo de eso puede convertirse en la base del sostenimiento del metabolismo planetario? En mi opinión no, no tenemos nada que no funcione en el fondo como una prótesis del sistema fósil.

Una prótesis que de hecho hasta el día de hoy ,excepto cuando ha habido una imposición de causa mayor, no han hecho más que ampliar la capacidad de consumo básicamente. Ampliarla frente al declive precisamente tiene que ver con las dinámicas de agotamiento y los picos de esos combustibles fósiles.

Escenarios de agotamiento

Entonces nos enfrentamos precisamente en una adaptación, en una transformación o en un repensar en este ámbito energético a dos hechos incontestables. El primero: que nos enfrentamos a una reducción de nuestra posibilidad de consumo de energía y materiales (una reducción que como tiene una base de biogeoquímica incontestable) y que por supuesto lo que ocurre es que no tenemos ni idea de como elaborarla socialmente (la reducción) ni a que puede dar lugar políticamente.

Pero esa reducción es un *factum* y si quisiéramos proponer que ese ámbito de reducción pudiera dar lugar a un metabolismo que fuera a la vez razonable y que pudiera dar lugar a un sistema técnico viable tendríamos que darle importancia, mucha más de la que le damos ahora, a otro tipo de estrategias de captación y utilización de las fuentes de energía diferente a las de alta tecnología industriales.

Venimos hablando en ese sentido de energías realmente renovables como de alguna manera para intentar implantar alguna diferenciación. Y esas energías renovables REALMENTE renovables en verdad tendrían una característica sencilla pero a la vez dramáticamente complicada para nuestra sociedad, que significa que son capaces de utilizar energía renovable haciendo uso de energías renovables y lo más importante: de recursos muy abundantes.

Esto parece de cajón, pero es todo lo contrario a lo que hacen las energías renovables de alta tecnología: utilizan materiales escasos y un montón de energía que no es renovable, aparte de que tienen esos impactos en los territorios.

Entonces la realidad también dramática es que esto es casi más un ámbito de investigación que de propuesta. No es que tengamos un conjunto de opciones o de estrategias que están sobre la mesa sino que estamos planteando la necesidad de investigar, de investigar cómo podría crearse eso, una investigación que sacaría seguramente mucho de su poesía del pasado.

Hacia un metabolismo no fósil

¿Cómo es un metabolismo sin energía fósil? Un metabolismo pre-industrial. Ojo, no estoy diciendo una sociedad sino un metabolismo. Ya que la sociedad ni la podemos producir y en muchos ámbitos dudo que sea deseable, pero hay un montón de ámbitos como por ejemplo los molinos de vientos, los molinos de agua la captación, y la utilización de esa energía de forma directa que están ahí y se pueden aplicar.

También tenemos todo lo que tiene que ver con la captación térmica para el calentamiento directo proveniente de la energía solar, que también es muy importante. Ahora bien, tenemos que abrir nuestra visión y pensar en energías verdes que no solo sean eléctricas. La energía renovable no tiene porqué ser sinónimo de electricidad. Y de hecho a día de hoy el grueso de la energía renovable no es eléctrica, sino que es quemar biomasa, y seguirá siendo así, si es que no empeora con consecuencias muy deplorables también para la biodiversidad.

Y yo creo que también tenemos que abandonar la idea de sistemas masivos de producción, almacenamiento y distribución para finalmente tomarnos en serio lo de la producción distribuida. Creo que sí que ha cambiado algo pero para mal porque cuando en los años 60 los 70 se hablaba de las renovables era inseparable del almacén de autonomía política, es decir, la potencia de energías renovables que permitía a las comunidades producir a nivel local, gestionar su consumo y por lo tanto hacerse más autónomas.

Ahora hemos cogido ese marco técnico pero lo hemos engarzado en la misma lógica socioeconómica de los monopolios. Entonces si no pensamos en esos sistemas masivos de almacenamiento también aumentaremos en eficiencia, porque todo lo que tiene que ver con las infraestructuras de transporte es un vector de deficiencia importante.

Lo que deberíamos hacer es todo lo contrario a lo que estamos haciendo, estamos masificando toda la red, construyendo nuevas infraestructuras, apostando por macro instalaciones y convirtiéndonos en este tipo de colonia energética de la que hablaba antes.

Entonces es un desafío técnico pero también es un desafío social y político porque plantea una sociedad de decrecimiento no capitalista, a pequeña escala y con una soberanía que no existe a día de hoy .Pero yo creo que ahí es donde realmente tendríamos la oportunidad de plantear un metabolismo viable, un sistema técnico viable que además pudiera ser justo, que pudiera ser más igualitario y que políticamente dejen margen para la autonomía.

2. El Futur de l'energia: la fase de l'acceleració

Antonio Turiel

Abans de començar, primer de tot evidentment, agrair a la Universitat Autònoma de Barcelona que m'hagi convidat a participar en aquestes jornades. Abans de començar m'agradaria fer 3 reflexions, que jo crec que són pertinents també, després del que ja hem sentit.

- la 1ra reflexió és que no he portat cap llibre, entre d'altres coses, perquè hi ha hagut un problema amb el paper. Aleshores la impressió del meu últim llibre ha repartit problemes. Hi ha molta gent que me l'ha demanat i que no l'ha pogut tenir precisament per això. Ara ja sembla que s'ha alliberat una mica, però bé, em sap greu no haver portat cap llibre de cap tipus.

- la 2na reflexió és sobre una cosa que ha dit l'Adrián. Allò del tema de nosaltres com a tractor d'esforç i sacrifici. Justament estem a punt de treure amb el Juan Barbera i l'Alfons Pérez, un article que va precisament d'això: *El futur d'Espanya com a tractor de sacrifici i colònia energètica.*

- I la última reflexió, també l'ha comentat en Carles Riba. L'objectiu del 1,5 °C ja està mort. Moltes entitats científiques accepten que l'augment de 1,5 °C està garantit, no es pot evitar. Això també és una cosa important a saber. A nivell d'Espanya i de Catalunya ja estem al nivell del 1,7 graus sobre la cúpula mundial. A nivell mundial estem a 1,4 i és impossible evitar arribar al 1,5 abans del 2030. O sigui ara ja el que estem pensant és amb el + 2°C.

Perpetuar el sistema

En una enquesta que van fer els autors de IPCC, una enquesta anònima, un 80% va opinar que pel 2100 el més probable és que anem als 3 graus d'escalfament. Sobre això, una reflexió afegida és que quan parlem de la transició energètica fins ara el focus s'ha centrat molt amb el tema de la lluita contra el canvi climàtic. Crec que va sent hora d'acceptar que sempre el canvi climàtic ha importat una merda, no era una cosa important.

Del que s'està parlant ara més és sobre la seguretat energètica i encara més arrel del tema de la guerra d'Ucraïna. Estem parlant de com garantir la continuïtat del nostre sistema, no ens importa el tema del canvi climàtic, siguem una mica honestos. Les emissions mai paren de pujar, han continuat i a sobre amb un ritme accelerat. Els únics moments en els que no anaven a un ritme accelerat, sinó que han baixat, ha estat durant la crisi del 2008 i quan el confinament de la Covid. La resta del temps s'ha seguit al mateix ritme que sempre. Aleshores en realitat, ho dic perquè són dues coses que es barregen, és hora d'acceptar que no ens importa. Si no us ho creieu podeu mirar les mesures que es van aprovar la setmana passada la Unió Europea "To power you". Allà entre altres coses ens diu que s'incrementarà fins a un 5% l'ús del carbó. De manera provisional, no us espanteu, només fins als propers 15 anys. L'últim informe del grup de mitigació del IPCC, deia que s'havien de tancar totes les centres tèrmiques de gas i carbó abans de 9 anys.

Crec que si som honestos, el que estem parlant és de com garantir el subministrament energètic per mantenir el sistema.

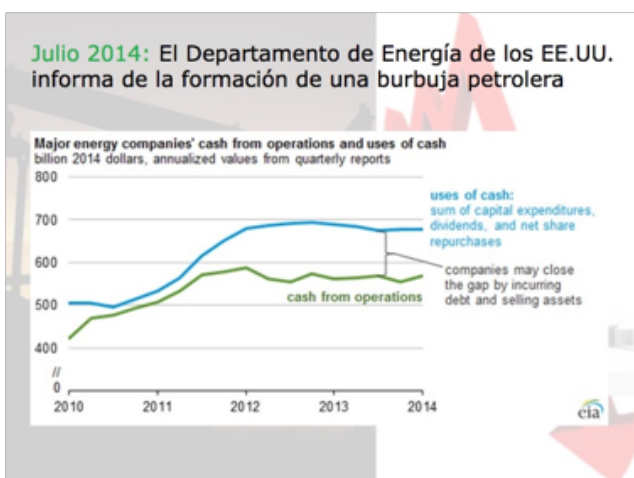
Jo del que us parlaré sobretot són de les tendències de curt termini. No em vull estendre excessivament, que son absolutament horroroses, que una mica es reforcen amb el que ha dit el Carles, doncs mirant amb lupa més detalladament que és el que està passant ara mateix. El que estem patint ara mateix, és que estem arribant ja a una processos impossibles de revertir pel que fa la producció de combustibles fòssils i d'Urani i que estan començant a davallar precipitadament. Això és el que motiva també aquestes mesures precipitades dels diversos processos polítics per intentar apuntalar un sistema que fa aigües per tots cantons.

El col·lapse del petroli i del gas

Començant pel petroli, jo sempre començo amb aquesta notícia, que és de principis de l'any passat, d'un diari econòmic espanyol, on parla de que Repsol ha presentat el seu pla estratègic pel període 2021-2025 (sinó fos una empresa capitalista, parlariem del seu pla integral). Una de les coses que es comenta és que Repsol ha reduït un 90% la seva inversió en la busca i posada en explotació de nous jaciments tipus petroli. Això que ha fet Repsol, no és una cosa única al mon, en el context de tot el món hem passat d'un període que va des de més o menys de la meitat dels 90 fins al 2014, on les companyes petroleres i domèstiques havien multiplicat fins a 3 la seva inversió en la búsqueda i posada en explotació de jaciments de petroli i de gas. Ara, des del 2014 s'ha reduït un 60%. Justament pel tipus de jaciments que quedaven són més barats. Més difícil explotació perquè els jaciments estan acabats i a més a més el tipus de matèria que s'extreu té menys rendiment.

Aleshores, que ha passat el 2014? Perquè ha caigut un 60% la inversió? De cop les companyies petroleres han adquirit una consciència ecològica que no eren conscients i han començat a fer les coses com Déu mana? Doncs no. Evidentment la motivació en aquests casos, com sempre, és fonamentalment econòmica.

Figura 1:



Això que veieu aquí és una gràfica^[1] (figura 1) que vaig extreure d'un informe del Departament d'Energia dels Estats Units del juliol del 2014. El que veiem en aquesta gràfica és, la línia verda representa els ingressos de les 127 companyies de petroli i de gas més grans del món. La línia blava representa les despeses d'aquestes mateixes companyies. Com podeu veure també de forma consistent, des de meitat del 2011 fins a meitat del 2014, aquestes companyies perdien diners a un ritme de 110.000 milions de dòlars a l'any. Això coincideix amb un període en que el preu mitjà del barril de petroli és el més alt de la seva història, fins i tot tenint en compte la inflació. Hi ha un pic de preus al 2008 que és més alt, però si es mira el preu mitjà, la mitjana mòbil anualitzada, és el moment que està més alt. I no només això, sinó que a més a més es va fer un gran esforç per mantenir-lo molt alt, però sense passar-se d'un límit que ja ens coneixíem, 120 dòlars el barril en aquell moment, que es sabia que forçaria que el món entres en recessió econòmica.

Aleshores mantenir el preu molt alt però sense passar-se de manera que s'indueix a una recessió global. Aquesta companyies perden diners. Aquesta és la raó per les quals aquestes companyies comencen a des invertir. I la raó per la que ho neguen (perquè tu si els hi preguntés et reconeixen que han des invertit), és perquè "els obliguen les legislacions renovables". Això és mentida, perquè si això es sabés aleshores el casos els seus actius es depreuarien i aleshores tindrien un problema econòmic bastant gros. El que fan en tant que ells van liquidant els seus actius van des invertint d'una cosa que saben que fa aigües.

L'evolució de l'Agència Internacional de l'Energia

Aquest problema, a contra cor, la pròpia Agència Internacional de l'Energia (AIE) ho ha reconegut. Com que tenim poc temps no m'estendré gaire, us ensenyaré unes gràfiques únicament perquè veieu com ha canviat la posició de la AIE en els últims anys. La AIE que surt en la OECD (Organització per la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic) sempre fa previsions molt optimistes respecte al futur. Després us ensenyaré una que van fer fa dos dies i no és tant optimista. Ells sempre fan previsions molt optimistes perquè s'ha de mantenir la il·lusió de que es pot mantenir el sistema capitalista i anar creixent infinitament en un planeta finit. Però clar, últimament s'han començat a trobar que hi ha un problema i que la inversió en petroli no va a gaire més.

La primera vegada que van reconèixer que hi havia un problema era al 2010. L'any 2010 van dir que la producció de petroli cru convencional toca sostre a l'any 2005 i que en 2006 es mantindria i que a partir d'aquí baixaria una miqueta i es quedaria estable fins l'any 2035 que és l'any que fèiem la previsió. Als pous que estaven actius al 2010 cau la producció bastant de pressa, amb un 8,5% anual, ja que són a pous que han envellit. Per a mantenir la producció caldria posar en marxa pous que encara s'havien de descobrir, a un ritme de 4 vegades més del que s'havia vist els anys anteriors. Així es mantindria estable la producció de petroli una mica per sota dels 70 milions de barrils diaris l'any 2005. En aquell moment dèiem, "no us preocupeu perquè podrem gràcies a petrolis no convencionals (en aquella època eren àrees molt restringides), bio-combustibles i els líquids del gas natural".

Faig un “fast forward”, perquè hi ha hagut moltíssimes històries entremetides i passem a l’any 2018. Comença a ser molt evident el problema de la desinversió, que com he dit va començar l’any 2014. L’informe anual de l’AIE, ens ensenya una gràfica on veiem dos escenaris de demanda, els escenaris van fixats externament pels models de la OECD, que venen imposats de fora. Ells han de veure com adapten l’energia al que ens ve donat de fora. Ningú pot qüestionar el creixement del capitalisme, és així d’estúpid, però és així. Per saber la referència la línia que ens interessa és la línia que parla de noves polítiques. D’altra banda se’ns ensenyen dues coses que teòricament no són escenaris. El que ens estan ensenyant és bàsicament com decauria la producció de petroli si no hi hagués nova inversió. I com seria si només s’inverteixen en mantenir els pous en marxa..

El que ens estan dient és que segons el esperat amb les referències és un desfasament al 2025 (perquè en la gràfica només hi ha fins el 2025, és de molt curt termini), hi hagi un desfasament fins als 34.000 barrils diaris, entre la oferta i la demanda. Això, com que s’esperava una demanda d’uns 100.000 barrils diaris, és un desfasament del 34%. Ens estan dient que aquestes desafeccions podria faltar fins a un 34% de la demanda esperada. Perquè us feu una idea del que representa un 34%, en la crisi del 2008 que va ser molt grossa, la caiguda del consum del petroli va ser del 4%. Per tenir caigudes tant grosses hauríem d’anar a la segona guerra mundial que hi va haver una caiguda del 20%, també és veritat que l’economia era molt més petita aleshores. Aquí estem parlant d’un 34%, estem parlant realment d’una catàstrofe, és del que estem parlant. Estic dient aquí amb tota la naturalitat i tranquil·litat com si no estigués passant res.

Passem 3 anys més. Aleshores la AIE ha agafat uns “plastidecors“ i les franges que abans teníem buides, ara les pintem, doncs plenes. Continuen sent escenaris de demanda, però no se saben molt bé d’on sortirà el petroli per compensar. A més a més agafem un nou perfil, per exemple el de color verd i el pintem a sobre de la franja que corresponia a lo esperat, si només hi ha la inversió dels camps existents i diem que és un nou escenari que hem inventat i amb el què hem mastegat els nombres perquè tot quadri i arribem amb un 0 net al 2050. “No, no, és que ens hem adonat de que és fonamental fer la transició energètica ja, perquè hi ha un problema molt gros amb el canvi climàtic i tot això.” Aleshores aquest 0 net al 2050 representa que s’hauria de multiplicar la quantitat que s’extreu d’alguns materials d’una manera absolutament inversemblant.

Per exemple la producció de liti, la producció de liti anual s’hauria de multiplicar per 120. Això és físicament impossible. Tu vas al Excel i evidentment et dona, perquè tu fas una divisió i et dona un nombre. Però aquest nombre no té cap sentit, és impossible multiplicar. Ha costat un piló multiplicar, en els últims anys, la producció de liti per 3. Ara estem parlant de multiplicar per 120 més. Però és que la del níquel, la del cobalt s’hauria de multiplicar per 40.000. Són coses absurdes completament, però és perquè els homes dediquen per sota d’aquest informe tot un capítol al que ells anomenen “problemes de seguretat energètica”, on hi diu què passa si aquest escenari no es compleix (però es que aquest escenari no es complirà). Però aquí la idea sempre és vendre que lo que tenim és un pic de la demanda de petroli i no d’oferta. També s’observa que hi ha un pic en la producció de gas. En la del petroli ja es veu claríssimament que l’any 2018 marca el màxim de la

producció de petroli, perquè aquestes ja són dades de passat i que hem entrat en un procés de declivi.

Hem passat a recuperar-se i a trobar-se amb un topall que no és capaç de superar o el preu no és capaç d'incrementar la seva producció. Estats Units està escurant tot el que li quedava del fracking. Rússia redistribuirà la seva producció que hi ha un munt de problemes. Ens estem trobant que 4 milions de barrils per sota del que és consum del 2028. Ha caigut un 4% la producció, ara hem d'esperar que passa durant els propers mesos, probablement aquest any acabarem amb un 7% de caiguda respecte el màxim, ja hi veurem.

La cosa no està molt més bé si parlem de carbó. Aquesta és la predicció que tenia la AIE l'any 2014. Deia: la producció dels inexistents, és la franja de color blau fosc, caurà bastant ràpidament com podeu veure. Si ens fixem en les explotacions de mines, la franja marró, podem apedregar una mica la caiguda, igualment una caiguda bastant important. L'única manera que podem fer perquè creixi la producció de carbó és amb el que anomenem "greenfield minds", que com tots sabeu anglès vol dir "mines de camp verd", és un camp que vas allà i es verd i hi ha unes cabretes pasturant-hi perquè encara no s'ha obert el primer forat, però allà a sota hi ha molt de carbó, t'ho asseguro jo. Pensament màgic.

Però que és el que ha passat realment, perquè això es el que havíem vist al 2014. Doncs que la producció ha intentat incrementar i des del 2014 ha començat amb aquestes oscil·lacions típiques de quan ja estàs arribant a la producció màxima amb les matèries primes. Això també sol passar amb les mosques amb els vidres dels sostres que comencen així "PAM, PAM, PAM" i comença a oscil·lar. Ara el màxim absolut va ser al 2019, però tindrà dificultats per incrementar la producció de carbó global.

Què passa amb l'urani?, perquè en parlem moltíssim de l'energia nuclear. Doncs aquesta és la previsió que hi havia prevista pel 2014, una caiguda de la producció. Una caiguda continua de la producció, producció dels minerals existents que és la franja de color blau. La franja de color verd, és el que s'anomenen recursos secundaris, Urani que s'havia extret dècades anteriors, i que majoritàriament estava emmagatzemat en forma de bombes atòmiques. Ara es desmantellen per fer-los servir a les centrals nuclears. I tenim allò que se'n diu minerals des-identificats que és com les "greenfields mines" d'abans, aquí a sota diuen que hi ha molt d'Urani, ja veurem que passa no?. Amb això, amb aquestes mines identificades, hauria de ser possible fer pujar la producció fins al 2025. Però com que la demanda d'aquesta línia blava-lila d'aquí i la producció començaria a davallar, fins i tot comptant aquestes "mines màgiques". A partir del 2025 entre mitges no us preocupeu, ja agafó un plastidecor de color vermell i denomino dèficit de subministrament. Allà ho deixo, a mi no m'importa, hi haurà dèficit de subministrament, caurà urani del cel o no sé d'on vindrà.

Però això és el que dèiem al 2014. Que és el que va passar realment? Doncs això, és la producció real dins d'un escenari del que va passar en els últims anys. El que veiem és que comencen les oscil·lacions amb la màxima l'any 2016 i ha caigut un 20%. Aquí estem parlant del futur nuclear la producció de tot el món ha caigut un 20%, i més que caurà durant els propers mesos. Aquesta és la realitat del món en el que vivim tot hi que no ens adonem.

Està la solució en el 100% renovable?

Doncs no voldria estendre'm gaire, evidentment estic segur de que el futur es 100% renovable, perquè entre altres coses no queda res més. Doncs això a mesura que vagi caient, que anirem tenint menys. Recordem que el problema amb els combustibles, fonts d'energies No Renovables, no és que s'acabin de cop, sinó que la producció arriba a un màxim i comença a caure. Això no s'esgota en un període curt termini de temps, no son unes poques dècades, això potser dintre d'un segle es segueix extraient petroli, però cada cop es va extraient menys, i ens adaptem a viure amb menys cada any, aquí esta la dificultat. La dificultat o està en la reserva, la dificultat està en la producció. Doncs la producció té a veure amb l'energia útil que tu pots obtenir del recurs en qüestió. Aleshores evidentment que hi ha un 100% renovable. El que no és evident és que aquest 100%, no es diu però s'intueix que o serà la mateixa quantitat que estem consumint ara. El que passarà és que hi haurà una disminució del consum inevitablement molt per sota del que se'ns fa creure.

Les energies renovables tenen moltes limitacions. Hi ha un potencial màxim d'energia que es pot extreure, hi ha una dependència de materials escassos, hi ha una tendència als combustibles fòssils i està en dificultat la electrificació que no sempre és lo més interessant. No parlaré de tot, però del potencial màxim deixeu-me que us digui que fa anys es deia que es podia obtenir molta energia renovable, fins a 10.000 vegades, ara que ho ha dit en Carles. Ara ja fa un temps que s'accepta que coma molt podria ser 4 vegades el consum actual d'energia, coma molt, sinó es vol crear un canvi climàtic catastròfic. Perquè clar, tots aquests sistemes interfereixen amb els sistema planetari.

Aleshores quan parlem del que consumim ara, seria un 25% del màxim que podríem instal·lar sense crear un canvi climàtic catastròfic també implica que crearíem un canvi climàtic. El que passa és que no seria catastròfic, aleshores això també s'ha de tenir en compte. Nosaltres estem observant que la instal·lació de molts aero-generadors en algunes zones, estan pertorbant la circulació global, s'està observant al mar del Nord, el potencial eòlic ha baixat un 20%, perquè comencen a haver interaccions de llarg cabàs que tenen a veure amb efectes de la capa límit tots els efectes de la capa límit i la dissipació de l'energia.

Ens centrarem una mica més també sobre el tema de la dependència dels materials escassos. Jo esmento molt a Alicia Valero, una professora de la Universitat de Zaragoza, que és experta, té un grup de recerca que es diu "ecologia industrial". És expert en el tema del exhauriment de materials

crítiques. El seu grup té identificats una mitja dotzena llarga de materials que no té reserves en tot el planeta, perquè tot el planeta pugui fer la transició al mateix temps, no n'hi ha prou. Si tothom fes la transició al mateix temps seria impossible, no s'arribaria, ens quedariem sense reserves, sense aquests materials. Aquests materials poden ser com la plata que es fan servir pels connectors de les plaques fotovoltaïques, el cadmi que també es fa servir per a la fabricació de les plaques fotovoltaïques, el cobalt, el liti, el manganès (també es fa servir per altres coses), el níquel, totes aquests elements es fan servir per a bateries, o el coure. El coure. Es fa servir per tot, pels bobinats, els aerogeneradors i per a les xarxes elèctriques de baixa tensió, tenim un problema amb el coure.

Aquest problema és tant crític que la pròpia AIE li va dedicar un informe específic l'any passat, el maig de l'any passat, fa un any. En aquell informe explicava quan s'haurien de multiplicar les produccions dels materials per poder assolir aquest objectiu de la transició energètica a escala global, que realment són modestos en comparació a l'informe del novembre. El que realment és interessant és el què posava al final, donava sis recomanacions (us recomano que busqueu aquest informe), i una de les recomanacions era arribar als països de la OCDE i que fessin atresorament d'aquests materials, bàsicament que acaparessin en pla que els demés no puguin fer la transició però els nosaltres sí, així de cutres són.

L'altre problema que hi ha amb els sistemes de captació d'energies renovables, tenen una dependència forta a dia d'avui a l'energia fòssil. A dia d'avui no s'ha tancat el cicle de l'extracció de material, l'elaboració, la fabricació de parts, transport, instal·lació, manteniment i desmantellament a nivell virtual, que en aquestes fases no hi entrin combustibles fòssils. S'hauria de fer tot això només amb energia renovable per poder saber si aquest sistema realment són fonts d'energia renovable i no són embornals. Perquè potser quan utilitzes altres fonts que són menys eficients, no hi guanyes energia, això no ho sabem encara.

De moment depenen dels combustibles fòssils. Depenen tant dels combustibles fòssils que ara mateix per exemple la majoria dels projectes d'instal·lació de plaques fotovoltaïques de la Unió Europea estan mig paralizats per l'encariment dels costos dels materials, del silici policristal·lí, de l'alumini, del ferro totes aquestes coses que tenen aquests sistemes, o per semblar que les companyies que fabriquen aerogeneradors (exemples d'algunes de les empreses) han reduït beneficis fins i tot han augmentat pèrdues, i estan tancant fàbriques perquè els afecta l'escassetat de tot tipus de materials.

Per últim es planteja el problema d'electrificació. A nivell global l'electricitat és només un 20% de tota l'energia final consumida. És pensar de l'increment de la quantitat d'electricitat que consumim, és una cosa que jo crec que hem de fer perquè hi ha coses que són molt més eficients, com per exemple el tren. Un tren és molt més eficient que fer servir camions, el problema és que hi ha un percentatge d'aquest 80% escala global o 75% a escala Catalunya que és difícil la identificació algunes fins i tot impossible electrificació. Aquí hi ha també una mica el problemes que us plantejo.

D'altra banda no podem negar un fet, el consum d'electricitat als països occidentals està bastant estancat, en el cas d'Espanya fins i tot cau. L'any 2008 es va marcar el màxim del consum d'electricitat, el consum mitjà representava 32 GW de potencia mitjana equivalent i ara als 30 GW i caient, no ha sumat tant la expansió ara posar tanta electricitat no es tan segur per poder-se aprofitar, és un risc econòmic també per les empreses.

El col·lapse de l'hidrogen

Una de les alternatives que també es planteja és allò del "*gros i verd*". Perquè? Perquè ja sabem que les bateries elèctriques tenen la intensitat energètica molt baixa, tant en pes com en volum, aleshores és completament impossible desenvolupar vehicles pesats autònoms (perquè si no són autònoms és una altra història), amb bateries elèctriques. Per això hi ha el tema del hidrogen, utilitzem l'hidrogen per a la hidròlisi de l'aigua fent servir energia renovable. El que passa és que la necessitat energètica de l'hidrogen tampoc és excel·lent, a pressió ambiental, l'hidrogen té un terç de la intensitat energètica del gas natural. Per tant en el que pensem és en comprimir-lo.

El problema que tenim és que si estem pensant, perquè tot depèn de l'ús que se li dona a l'hidrogen, hem de tenir en compte que les millors plantes d'electròlisi del món, actualment tenen pèrdues com si juntes tots els consums energètics al voltant del 50%, perquè no només és l'electricitat, l'aigua l'has d'escalfar a 80°C, etc, etc... Quan tens en compte tots els consums energètics, el rendiment està al voltant del 50%. Però aquest hidrogen després dependent de l'ús que li dones et pot acumular altres pèrdues addicionals, amb particular les pèrdues són molt grosses si estem pensant per exemple fer maquinària pesada per exemple camions, que has de comprimir a 60 atmosferes, que primer has de refrigerar l'hidrogen a 40°C sota 0 perquè sinó s'escalfaria massa, que a més a més has d'utilitzar una pila de combustibles com per exemple el platí i tot això de les eficiències del 50% etc, etc... Quan comptabilitzes tot les pèrdues volten al 90%, o més, dependent de les condicions d'utilització.

La pròpia estratègia europea de l'hidrogen, que és un document de la comissió que podeu consultar, reconeix que Europa no pot auto bastir-se a partir de l'hidrogen que poden generar els seus mitjans renovables i per tant recomana als països que busquin altres països que els hi puguin donar. Això es el que està fent Alemanya, Alemanya ha signat acords amb Ucraïna, Marroc, Namíbia, amb el Congo per subministrar-se hidrogen que vingui cap a Alemanya. Aquesta acompanyava a les empreses per a fer els acords. També per això s'insereix tant amb el tema del tren d'hidrogen, que és molt més eficient que el tren elèctric, però a l'Àfrica hi ha moltes catenàries, i com que s'ha de transportar aquest hidrogen molt ràpidament i a més a més com que és una molècula molt petita s'escapa molt ràpidament.

Això, a curt termini, es pot aplicar també a Espanya. Que és el que estaven dient fa uns dies els europeus? Que la península Ibèrica serà el gran subministrador d'energia d'Europa. Doncs és aquesta mateixa lògica d'apropiació de l'energia que es genera aquí amb aquestes pèrdues enormes perquè a Frankfurt es pugui mantenir la gran indústria. Això és un tema molt perillós, i que penso que està poc analitzat i que podrà portar una situació complicada.

El col·lapse del dièsel

La producció mundial de dièsel s'està col·lapsant, perquè el petroli millor per produir-lo, el petroli cru convencional ja ha tocat sostre l'any 2005, fa 17 anys, no fa tant. Tenim que la producció de dièsel ha tocat màxim l'any 2015. A partir del 2018 està caient, i ha caigut un 15%, falta dièsel per tot, i ara ens en comencem a adonar. Aquest dièsel que falta per a tot, està afectant a les operacions de transport, però també de mineria i etc, etc.

El problema del gas a Europa

Falta gas, les vies de subministrament de gas per via terrestre han tocat màxims en la producció i els hi costa mantenir les exportacions, fins i tot en el cas d'Algèria està disminuint. La guerra d'Ucraïna acaba de complicar les coses, ha fet pes a la dependència aquesta increïble que tenia Europa, que té encara, de Rússia i aleshores, podem jugar una mica amb el carbó i el petroli portar-lo de llocs més llunyans. Pagant més, però amb el que no podem jugar és amb el gas. El que està passant és que dia rere dia, Rússia està tallant cada vegada més els enviaments de gas cap a Europa i els està enviant cap a la Xina, que per la Xina perfecte, cap problema. El gas a més a més, representa un problema molt més gros, molt més gros del que no ens adonem, no només per la indústria i la calefacció.

El gas, el sistema elèctric europeu actualment, té un mapa fonamental per mantenir l'estabilitat, per garantir l'estabilitat del corrent elèctric. Va haver un incident molt gros, el 8 de gener de 2021, que s'ha estat analitzant durant mesos, justament ha demostrat això, aquesta dificultat per mantenir l'estabilitat del nostre corrent. Actualment els recursos són el gas natural i la hidroelèctrica, la hidroelèctrica té el recorregut que té, però si comença a faltar el gas podem tenir grans apagades. Ara Alemanya acaba de dir a la seva població que facin un rebost com per 10 dies per si de cas es queden sense electricitat i que comencin a emmagatzemar diners i aigua.

El col·lapse dels aliments

Tenim un col·lapse del sistema alimentari mundial, s'ha comentat abans. Tenim una forta dependència als fertilitzants per poder donar menjar i donar aquest ús tant poc intensiu del terreny. El que està passant és que per una part tenim l'encariment del dièsel està encarint les activitats

agrícoles en general i el transport. La falta del gas natural que es fa servir pel fertilitzant nitrogenats ha encarit i disminuït la quantitat de fertilitzants nitrogenats disponibles. Al setembre la Xina va disminuir un 90% les exportacions de fertilitzants nitrogenats. Aquí a Europa, en particular a Espanya es van aturar centrals de producció de fertilitzants, després es van obrir, però no de manera complerta. Rússia declara un embargament de les exportacions al febrer. Després comença la guerra d'Ucraïna que tenim un problema molt gros, perquè és un país de 40.000 d'habitants que produeix menjar com per poder donar de menjar a 60 milions de persones.

Tenim problemes amb la collita d'Argentina per falta de dièsel. Ja tenim una situació increïble de proteccionisme dels països, per exemple, Rússia, Bielorússia, Pakistan; Índia, ja no exporten més blat. Indonèsia no exporta més oli de Palma, que aquí no el fem servir, però a context del món representa un 30% del olis vegetals consumits pel humans. Doncs tenim un problema bastant gros.

La FAO porta parlant d'aquests problemes des de l'octubre de l'any passat, abans de la guerra amb Ucraïna. El Banc Mundial fa cos d'un més va dir que hem passat d'una crisi alimentària a una catàstrofe humanitària que afectarà al 40% de la població del planeta, aquest any! Aquest any! Estem parlant de l'octubre d'aquest any, es que sembla que no ens adonem d'on vivim.

El col·lapse dels països

Tenim la situació també de col·lapse generalitzat de països, començo per Sri Lanka, no sé si us heu assabentat però és un país on la gent s'està morint, la gent s'està matant per aconseguir aliments, no tenen ni dièsel, ni electricitat, ni aigua ni res. És un país de 22 milions d'habitants que fins fa res, dos mesos, podies anar-hi de vacances i paradisiac, i el que sigui, ara és un infern. Laos, 7,2 milions d'habitants, a punt de caure pel mateix forat per falta de dièsel.

Pakistan, una situació molt greu de de bastament d'aliment, dièsel, tall elèctrics, greus problemes polítics interns. Un país que tenen bombes atòmiques i 220 milions d'habitants. Kasajistan, que van mantenir el nom només perquè les tropes russes van entrar l'any passat, no se si ho sabeu, que produeix un 42,2% de l'urani món, i és un productor significatiu de petroli i de blat. Iran, que fa dues setmanes la gent estava cremant botigues perquè no tenien pa, perquè no tenien pa. Un país que és fonamental per la producció de petroli per garantir també la producció de dièsel també per als Estat Units.

El Senegal, Kenia, Nigèria, un país que està exportant petroli cap a Espanya, és un dels nostres subministradors, i que ja no tenen vols interns, perquè com que falta dièsel estan barrejant el dièsel del avions amb querosè fins a un 20%, això no va gaire bé pel motors però és una manera d'estendre una mica més el dièsel, i comença a faltar combustible ja una mica per a tot, 206 milions

d'habitants. Sudàfrica, ja tenen problemes de subministrament de combustibles i els hi falta carbó i és un país que produeix carbó.

El Perú, que està en estat d'emergència permanent, la gent no pot sortir al carrer a protestar, que protestaven bàsicament per l'encariment de tot fins i tot els aliments. Bolívia que també tenen problemes greus de restricció de combustible ara mateix. Argentina, que han tingut problemes amb les collites, tot Argentina està pràcticament sense combustibles ara mateix.

Després els països que no s'emporten res perquè estan totalment col·lapsats o destrossats per guerres varies, perquè a part de la guerra d'Ucraïna hi ha altres guerres al món, com el Iemen, Líban, Sudan del Sud.

Perquè entengueu una mica el panorama en el que estem, us deixo un recull de notícies de, no arriba a les dues últimes setmanes, perquè veieu que el programa també té coses que se'ns estan acostant. A Hongria, hi ha benzineres que estan tancades perquè no tenen combustible i no saben com arreglar aquest problema. Al Regne Unit estan discutint que fer amb l'escàs del dièsel, entre d'altres coses perquè els hi falta combustible i combustible per als avions. Als Estats Units, a la Costa est es quedaran sense combustible d'avions i sense dièsel d'aquí a dos o tres setmanes, als Estats Units!!

Aquest senyor d'aquí, que és el cap de la AIE, va dir fa dos dies que anem a una crisi energètica d'escàs de combustibles que serà pitjor que la dels anys 70, de fet va dir que seria 3 cops pitjor que la dels anys 70, faltará tot tipus de combustible. Tenim evidentment el programa de la inseguretat alimentaria amb un expert de les nacions Unides, dient que ens quedava per 10 setmanes, Bueno és una notícia de fa dues, així que queden uns 2 mesos bàsicament.

Una altra societat és possible

Recordar, ho ha dit l'Adrián, una altre transició és possible, una basada en models més eficients, amb menys consum de materials, consum de la riquesa local, més fàcils de reparar perquè evidentment no permet seguir el ritme del capitalisme.

Com a observacions tècniques finals:

- Adonar-nos que el cas d'Espanya, produeix prou cereal com per alimentar la seva pròpia població i el seu ramat. Amb un model ramader adreçat a l'exportació doncs és un problema.

- Hi ha diversos estudis, perquè jo no crec que hi hagi cap estudi que certifiqui, que parli d'una font d'energia màgica, que és el que se'ns està demanat, que mantingui les coses igual. Però si que hi ha diversos estudis que mostren que podríem mantenir un nivell de vida molt semblant a l'actual, consumint la desena part de l'energia dels materials. Amb un estil de vida molt diferent, però amb un nivell de vida molt semblant. A més a més es podria estendre a la resta dels habitants del planeta, que això també de tant en tant també hauríem de pensar-hi.

- Podem millorar moltíssim l'eficiència del transport fent servir el tren.

- Podríem fabricar una electrònica virtualment eterna, jo treballo per la AIE, els circuits com es fan allà (que no es fan com es fan aquí), són virtualment eterns. Si s'acaben cremant és per una irradiació còsmica.

- Es pot dissenyar, és pot incrementar el reciclatge simplement canviant els dissenys, en el moment de fer el disseny i les maneres de fer-lo servir.

- Es pot reduir substancialment el volum del residu reaprofitant, avançant cap al ideal de l'economia circular, que mai l'assolirem evidentment, però cada cop estem més a prop d'ella.

- Es pot contenir el problema poblacional, empoderant a les dones, que és una cosa que sempre s'ha comprovat que és una bona estratègia si tu vols tenir un control de recursos.

En conclusió, les passo molt ràpidament. El punt més clau de tot el que jo volia comentar és, estem en unes tendències molt horroroses, li comentava abans a l'Adrián, jo sempre havia cregut que el procés de descens energètic, seria un procés llarg al llarg de dècades. Ara per primer cop veig una probabilitat petita, que ja és probable, potser és del 1% però ja és possible de que podem tenir un col·lapse més ràpid. Us diré més: jo crec que estem a 4 decisions errònies de gent important de precipitar-nos a un col·lapse ràpid. Aleshores jo penso que és important començar a pensar en això i començar a adornar-nos que el model de transició ha de ser un model de transició molt diferent al que ens pensem, assegurant coses que donem per donades com per exemple els aliments. Aquí no tenim casi reserves de cereals, estem confiant que com tenim divises fortes, els podem comprar quant vulguem, però els països quan comencin a dir que no venen, doncs tindrem un problema que no podrem resoldre.

Hem de canviar completament el xip, i hem de començar per assegurar les coses més bàsiques que no les estem assegurant. Per mi un punt que és bastant clau i també passa una mica transcendentalment a totes les altre presentacions i és que cal un canvi complet cultural i social, entre altres coses canviar aquesta idea totalment suïcida i eco-suïcida del creixentisme, aquesta idea

de créixer indefinidament en un planeta finit no és només absurd sinó també que ens porta la desastre. Si això comporta abandonar el capitalisme ara mateix, doncs l'abandonem. S'està demanant un canvi, un avançament tècnic impossible en comptes de tenir en compte el canvi social que hem de fer, perquè realment tota la resta no és viable i re localitzar.

3. Transició Energètica: els Reptes del Territori

Carles Riba Romeva

Pertanyo al *Col·lectiu Per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible* (CMES). Aquesta associació, que avui compta amb unes vuitanta persones, va néixer el dia 5 de juliol de 2012, ara farà deu anys, arran de la publicació del llibre *Recursos energètics i crisi, la fi de 200 anys irrepetibles*^[2]. Molts de nosaltres som jubilats i ara ja no ens correspon gestionar projectes ni administrar pressupostos. En canvi, veiem amb preocupació la crisi energètica i climàtica a què està arribant el món i, des d'una independència de criteris no condicionada pel dia a dia i al costat de les noves generacions, ens proposem fer una reflexió col·lectiva per contribuir a donar-hi solució.

Els punts que vull plantejar són els següents:

- 1- La crisi dels fòssils i la transició energètica
- 2- Energies renovables: canvi de paradigma
- 3- Desafiaments de la crisi energètica
- 4- Energia i territori a Catalunya.
- 5- Conclusions generals

1. La crisi dels fòssils i la transició energètica

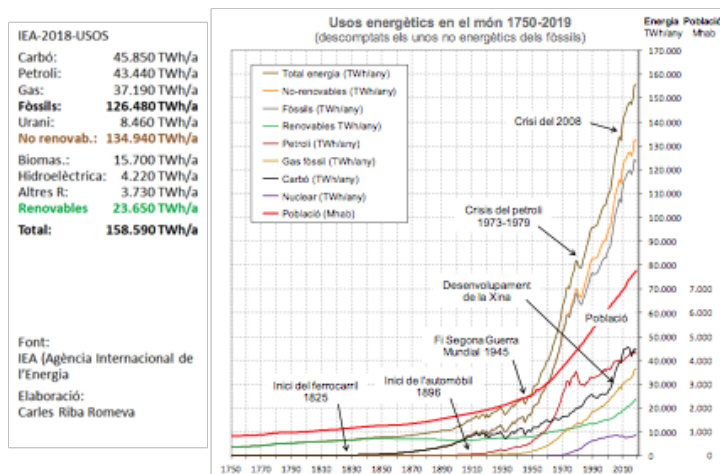
En aquest primer punt vull tractar de la crisi dels fòssils i la necessitat d'una transició energètica en el context de "creixement imparable dels usos energètics mundials des de 1750 a 2019",

L'exhauriment dels fòssils

En primer lloc, "l'exhauriment dels fòssils és una qüestió crítica" ja que constitueixen el 80% del sistema tècnic humà i, a conseqüència, en depenen pràcticament tots els sistemes que suporten la nostra subsistència (entre d'altres, aliments, habitatge, transport i comunicació, fabricació de productes i prestació de serveis). Però el problema no és tan sols que els combustibles fòssils s'estan acabant sinó que els gasos de la seva combustió estan originant un efecte hivernacle que incideix en un canvi climàtic de conseqüències gravíssimes per al futur. Aquest canvi ve a poc a poc però acaba arribant.

I, en segon lloc, voldria fer esment al fet que, en el context del món, aquesta situació és especialment crítica a Europa, Espanya i Catalunya (en ordre creixent) i, per tant, nosaltres hauríem de ser els primers a reaccionar i impulsar decididament la transició energètica.

Figura 1: Usos energètics del món (1750-2019)



Aquesta primera figura fa referència als usos mundials d'energia des de 1750 fins a 2019. El llibre citat parla de "200 anys irrepetibles" (des de més o menys 1820-30 fins al 2020-30). Ho crec així: són irrepetibles, i estem arribant al final.

Alhora, és interessant veure com han evolucionat aquests usos; el primer fòssil en usar-se va ser el carbó (línia negra) a finals del segle XVIII i va creixent al llarg de tot el segle XIX. Durant la primera meitat del segle XX el seu ús s'estabilitza fent una sèrie d'oscil·lacions fins a la fi de la Segona Guerra Mundial però, en els últims decennis, torna a augmentar molt ràpidament amb el desenvolupament de la Xina.

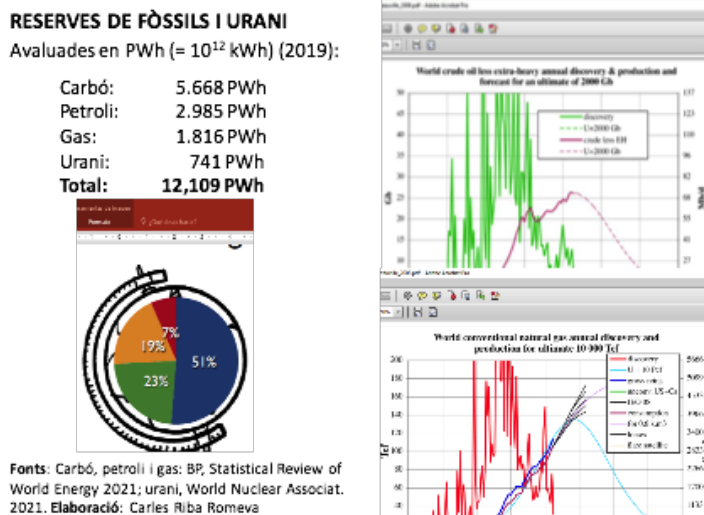
Després ve l'ús del petroli (línia granat), que arrenca molt més tard, a finals del segle XIX i principis del XX amb el desenvolupament de l'automòbil. A partir de la Segona Guerra Mundial creix d'una manera espectacular però les crisis del petroli de 1973 i 1979 (que jo vaig viure i recordo perfectament) van fer que el creixement s'aturés. A partir del anys 1980, el seu creixement continua de forma més lenta fins a la crisi de 2008 quan els preus van arribar al seu màxim històric. Amb la tècnica del fracking als Estats Units, durant uns anys s'ha evitat la crisi de subministrament amb petrolis lleugers (ara falta dièsel) que ara ja inicien el seu declivi.

Més tard ve el gas fòssil (o gas natural, el menys contaminant dels combustibles fòssils; línia groga), l'ús del qual ha augmentat significativament en els darrers anys, i que ha anat prenent una importància creixent en la generació d'electricitat (centrals de cicle combinat), en molts processos industrials i en el sector domèstic.

Els usos energètics totals (línia caqui), on la suma dels tres fòssils (línia morada) és el component principal a partir del segle XX, creix de forma important fins a la fi de la Segona Guerra Mundial quan es produeix una baixada; però és sobretot a partir d'aleshores quan el creixement es dispara. En el període analitzat (1750-2019), la població mundial es multiplica per unes 10 vegades i, els dels consums d'energia, per quasi 50 vegades; doncs bé, repartits en dos períodes (1750-1950 i 1950-2019), tant en el primer (200 anys) com en el segon (uns 70 anys) els increments són quasi els mateixos: 3 vegades i escaig en la població i unes 7 vegades en l'energia. Els consums s'acceleren. Cal preguntar-nos "on anem?"

I encara cal comentar una altra qüestió: no estem fent la transició energètica, que vol dir substituir fòssils per renovables, sinó tan sols afegint renovables a un creixement desbocat de les no renovables i esgotar-les mentre encara en tinguem.

Figura 2: Reserves i consum de combustibles



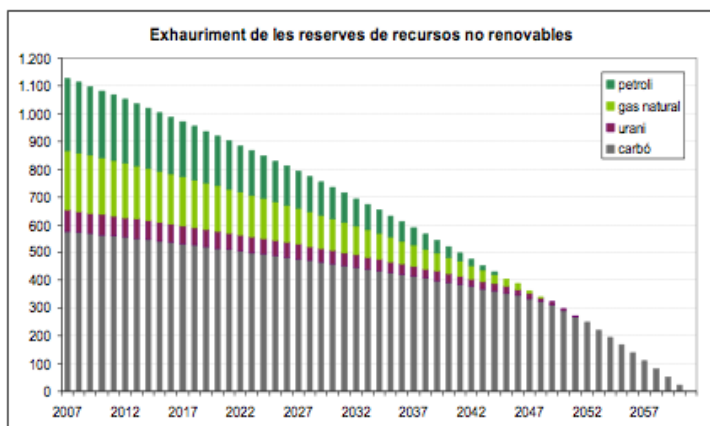
En aquest segona figura veiem: les reserves mundials de carbó, de petrolí, de gas i d'urani del 2019 (a mà esquerra); l'evolució de les descobertes de reserves de petrolí superposat al seu consum (a mà dreta a dalt); i l'evolució de les descobertes de reserves de gas fòssil (a mà dreta a baix). Com es comprova, tant en un cas com en l'altre, la descoberta dels principals jaciments ja va tenir lloc fa molts anys.

Però el tema va més enllà. Quan en la Cimera Climàtica de París del 2015 (COP21) es va fer un gran acord per no sobrepassar l'augment de temperatura mitjana de la Terra en 1,5 °C, hi va haver gent que es va preguntar: "molt bé, doncs, de les reserves que tenim, quantes en podem cremar?" I resulta que cal deixar-ne el 50% a sota terra: 80% de les de carbó, el 50% del gas i el 33% de les de petrolí[3]. És com tenir un pastís magnífic a la nevera (els combustibles fòssils accessibles a sota terra) i no poder-lo menjar. Per què?, doncs perquè et farà mal (els fòssils faran mal al clima).

Figura 3: Exhauriment de les reserves de recursos no renovables

Seqüència d'exhauriment (amb dades de 2008)

Recursos energètics i crisi, la fi de 200 anys irrepètible (Riba 2011)



Aquest gràfic es va construir amb dades de 2008 (llibre de Riba del 2011) suposant que, a partir d'aleshores, les noves descobertes de reserves de fòssils fossin mínimes (des d'aleshores tan sols s'hi ha afegit hidrocarburs no convencionals ja coneguts anteriorment) i que es mantinguessin les tendències de consum (hipòtesi que, amb les dades de 2019, lamentablement s'ha complert).

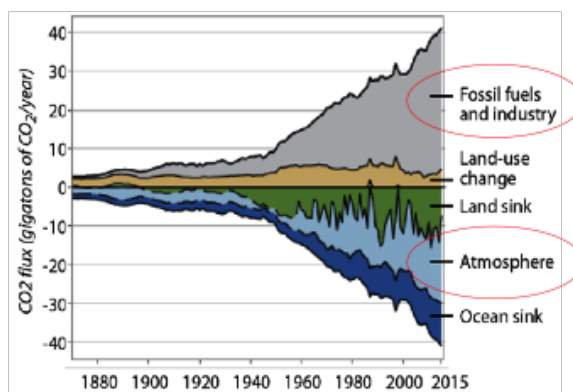
Aquesta simulació mostra que el petroli s'acabaria vers el 2045, pocs anys després s'acabaria el gas fòssil, més tard l'urani (que n'hi ha prou per a les centrals nuclears actuals, però de cap manera per substituir els fòssils) i finalment quedaria el carbó que, tot sol, s'exhauriria vers l'any 2060 amb la fi de tots els recursos no renovables.

Aquest model pressuposa que les tendències de consum no canvien; però, a mesura que s'exhaureixin els millors recursos, s'entrarà en noves dinàmiques i situacions de conflicte que, de no fer-se la transició energètica a temps, conduiran a un progressiu empobriment de la societat.

El canvi climàtic

La finitud dels fòssils no és l'únic problema. La seva combustió origina CO_2 i altres gasos d'efecte hivernacle que causen un canvi climàtic de conseqüències greus.

Figura 4: Fluxos de CO₂ al planeta[4]



La figura 4 mostra d'on venen els fluxos de carboni (part superior) i on van (part inferior). Amb la crema dels combustibles fòssils, el carboni fòssilitzat passa a l'atmosfera. En part és absorbit per mitjà de la funció clorofil·lica per les plantes, (boscos i cultius; els incendis tornen CO₂ a l'atmosfera) i en part es dissol en els oceans on provoca l'acidificació dels mars. La part que resta a l'atmosfera és el causant del canvi climàtic.

Distribució dels usos de l'energia

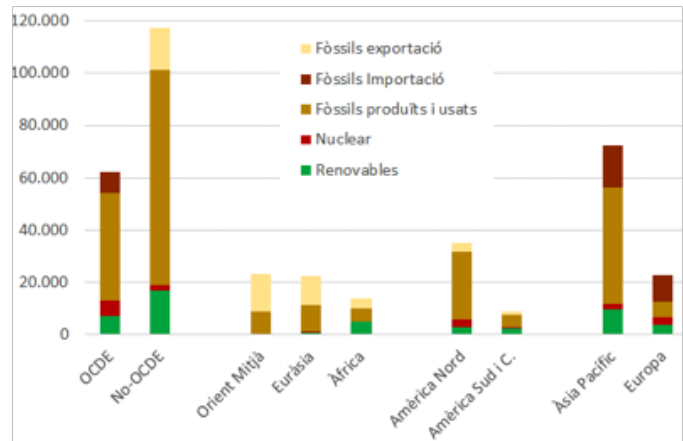
És interessant d'analitzar la producció i usos energètics en el conjunt del Món, als països OCDE i No-OCDE, i a les set regions del món, Àfrica, Amèrica del Nord, Amèrica del Sud, Àsia i Oceania, Euràsia (l'antiga URSS), Europa (Espanya i Catalunya en formen part) i Orient Mitjà (figura 5).

Les energies renovables (verd) i la nuclear (vermell) es generen i es consumeixen bàsicament en els propis territoris (l'urani, però, s'extreu a pocs països); en canvi, els fòssils són objecte d'un important comerç mundial: en color beix, els produïts i consumits en els propis territoris, en rosa els exportats i en marró els importats.

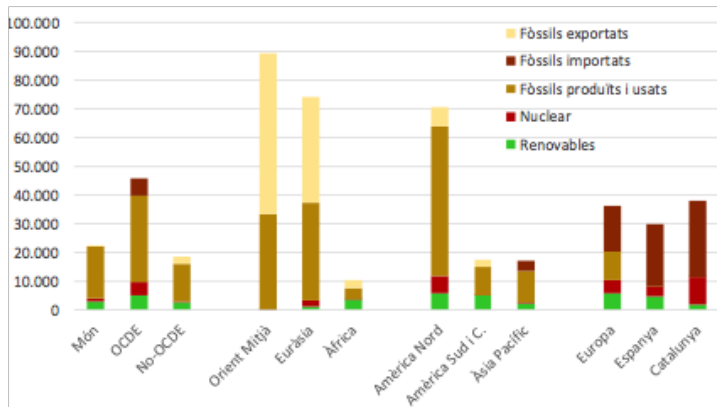
Orient Mitjà exporta molt petroli i gas i, Euràsia i Àfrica, a més, també exporten carbó. Amèrica del Nord i Amèrica del Sud són lleugerament exportadores de combustibles fòssils; en canvi, a Àsia i Oceania (amb la Xina, l'Índia, Japó i Corea del Sud i la resta del sud-est asiàtic) la producció de fòssils cobreix tan sols 3/4 parts del seu consum i, per tant, és deficitària.

Figura 5: Usos de l'Energia

Energia total (TWh/any)



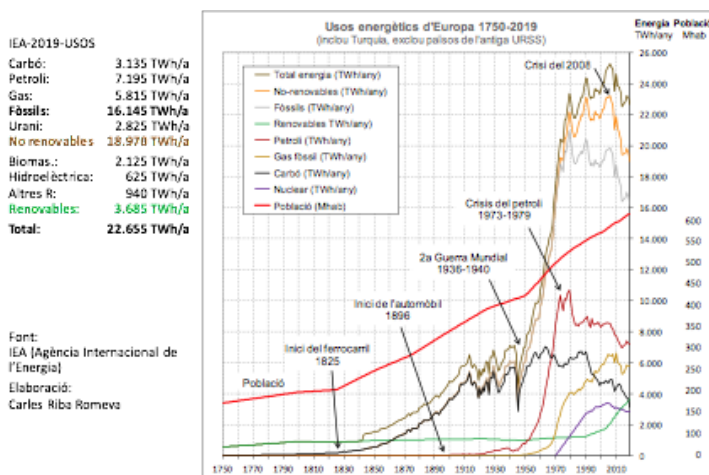
Energia per càpita (kWh/hab/any)



Finalment, Europa està en un límit que explica la seva major percepció de la crisi: la seva producció de fòssils no cobreix ni tan sols el 40% del seu consum; i, a més, ha d'importar tot l'urani que mou les seves centrals nuclears. Per tant, Europa es troba en una situació de dependència molt gran. I, en ordre creixent de debilitat hi ha l'Europa del Sud, Espanya i Catalunya.

En els nostres països europeus gaudim de rendes i nivells de vida elevats (el nostre consum per càpita és molt més que el d'Àfrica, d'Amèrica del sud o d'Àsia) però alhora tenim una dependència energètica altíssima. Què estem fent? Hem de canviar.

Figura 6: Usos energètics d'Europa

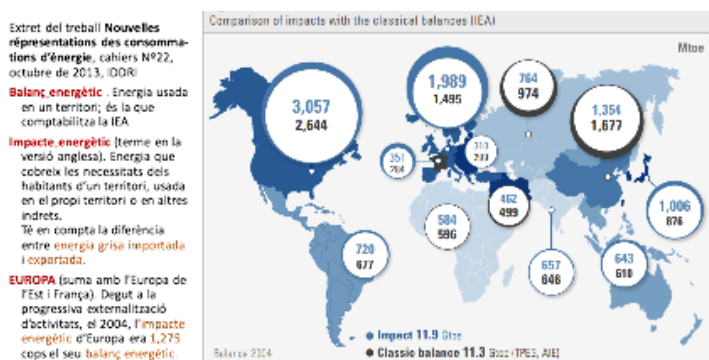


La figura 6 mostra l'evolució dels consums d'energia d'Europa on es comprova que el carbó ha estat un recurs energètic molt important però que ara ja disminueix; encara es mantenen produccions i consums importants a Polònia, Alemanya i alguns països de l'Est.

De la gràfica sembla deduir-se que a Europa (com també a Espanya i Catalunya, les gràfiques de les quals no es reproduïxen en aquest escrit) ja ha començat el descens del consum d'energia i, per tant, la veritable transició energètica (on el consum de fòssils baixaria i el d'energies renovables pujaria).

Tanmateix, hi ha dos comentaris a fer. Primer: aquest descens és degut a una crisi econòmica, no perquè la ciutadania hagi assumit fer estalvis (de fet, cada vegada que es remunta una crisi, els consums d'energia tornen a pujar). Segon: l' "impacte energètic" dels països rics (entre ells Europa) és superior als "balanços energètics" de l'Agència Internacional de l'Energia (IEA), com veurem a continuació.

Figura 7: Comparació entre balanç energètic i impactes energètics



L'institut francès IDDRI (que fa uns anys va ser dirigit per la ministra espanyola de transició ecològica, Teresa Ribera), el 2013 va realitzar l'estudi titulat *Nouvelles représentations des consommations d'énergie*^[5] (hi ha traducció a l'anglès) on es fa la distinció entre el concepte de "balanç energètic", energia consumida en cada país o territori (base de la comptabilitat energètica d'IEA), i "impacte energètic", l'energia que cobreix les necessitats dels habitants d'un país o territori, tant si ha estat consumida en el propi territori o en altres indrets i que comptabilitza l'energia grisa (*embodied energy*, en anglès) importada i exportada amb als productes i serveis.

Precisament, Genís Riba Sanmartí (professor de la UAB) ha iniciat una tesi sobre aquest tema, posant com a exemple la comarca del Bages.

L'estudi d'IDDRI aplica aquest concepte a les diferents regions del món (amb dades de 2004). Resulta que l'energia consumida (balanç energètic) per Europa de l'Oest és 1.495 megatonnes de petroli equivalent (17.385 TWh/any) mentre que l'energia de què es beneficien els seus habitants (impacte energètic) és de 1.989 (23.130 TWh/any). Sumant l'Europa de l'Oest, la de l'Est i França, l'impacte energètic és un 27,5% superior al del balanç energètic. L'estudi no desagrega en països.

Amèrica del Nord també té un impacte energètic superior al balanç energètic mentre que a la Xina succeeix el contrari. La diferència entre les sumes dels impactes i la dels balanços energètics a escala mundial correspon a l'energia de la navegació i l'aviació internacionals.

2. Energies renovables: canvi de paradigma.

El 2019, el 84,7% del sistema energètic mundial (155.590 TWh/a, descomptats els usos no energètics del petroli i el gas) es basa en fonts no renovables i contaminants (fòssils, 79,3% i urani 5,4%). Per altre costat, des del 1967 (quan jo tenia 20 anys), la proporció mundial de fonts no renovables és superior al 80% essent el màxim de 87,1% el 2006. O sigui, que fa 55 anys que dominen els fòssils i, ara, encara estem al mateix lloc!

A Catalunya anem més endarrerits, el 93% del sistema energètic (261,4 TWh/any, descomptats els usos no energètics) el cobreixen les energies no renovables.

Alternativa:

L'energia de la radiació que el Sol envia a la terra és (abans d'entrar a l'atmosfera) unes 10.000 vegades superior a l'energia del sistema tècnic humà i, d'ella, deriven quasi totes les altres fonts d'energia renovables. Per això, els llums artificials que encenem al vespre fan molt bonic però, quan surt el Sol, ni es veuen. L'energia del Sol és immensa i la radiació solar és una energia global, a tota la Terra.

Si bé amb la captació d'un 0,01% en tindriem prou per a tot el sistema energètic tècnic humà, el que estem fent avui dia és cobrir el 85% de les nostres necessitats extraient combustibles fòssils i urani de sota terra (una guardiola energètica) i tan sols captem el 15% de la radiació solar i dels fluxos derivats. Des d'aquest punt de vista, els humans estem sonats.

Transició energètica:

La crisi de les fonts energètiques no renovables (fòssils i urani) no és una opció: tindrà lloc si o sí. On sí que tenim opció és en com encarem aquesta crisi energètica que, alhora, vindrà associada a altres crisis recursos no renovables (sòls fèrtils, boscos, aigua dolça atmosfera, oceans, minerals, etcètera) que també esdevenen escassos.

Ens hem acostumat a la guardiola dels recursos fòssils (de fet, un capital energètic) que es va formar durant desenes de milions d'anys fa centenars de milions d'anys i que els estem cremant a raó d'un milió de vegades més ràpid. És com si tinguéssim un capital al banc; el vas gastant, fins i tot cada cop en quantitats més grans (el que en diem creixement econòmic) fins que la guardiola s'acaba: això és el que ens està passant amb els combustibles fòssils, no hi ha volta de full.

En canvi, l'energia del Sol és com un salari energètic que ens arriba cada dia. Ens continuarà arribant dintre de 30, 50 anys i, amb tota probabilitat, també dintre d'un milió o de diversos milions d'anys.

Nova naturalesa de les fonts energètiques renovables

S'ha generalitzat el pensament que, amb una simple substitució de combustibles fòssils per noves fonts energètiques renovables ja tenim solucionat el problema.

Res més lluny de la realitat: com veurem a continuació, les noves fonts energètiques renovables tenen una naturalesa totalment diferent de la dels combustibles fòssils de manera que la seva implementació comportarà canvis profunds en les tecnologies, en els comportaments humans i en les formes d'organització social i política. Estem davant d'un canvi de paradigma que conduirà a una nova civilització humana.

Els principals canvis en la naturalesa de les fonts energètiques renovables respecte a les no renovables es resumeixen en la Figura 8 i es descriuen a continuació.

Figura 8: Canvis de característiques en les fonts energètiques:

	Fonts no renovables	Fonts renovables
1. Fonts	Les fonts principals proporcionen combustibles que generen calor	Les fonts principals proporcionen electricitat
2. Intensitat	Fonts molt intensives en energia. Es troben en el subsòl	Fonts poc intensives en energia. Calen grans superfícies de captació
3. Gestió	Són recursos d'estoc que faciliten la gestió de l'oferta	Són recursos de flux que aconsellen la gestió de la demanda
4. Magatzem	Són recursos emmagatzemables	Requereixen sistemes massius d'emmagatzematge d'electricitat
5. Accessibilitat	La seva extracció exigeix grans empreses, mitjans y capital	Són fonts distribuïdes y escalables, accessibles a la ciutadania
6. Rendiment	Rendiments baixos en transformar-se en electricitat i en mobilitat	Rendiments alts en totes les aplicacions

Les fonts: les principals fonts no renovables són combustibles que proporcionen calor: 93% avui dia. En canvi, les principals fonts d'energia renovable proporcionen electricitat: la hidroelèctrica (que ja té un segle d'existència), la fotovoltaica i l'eòlica que s'estan desenvolupant en els darrers anys, i les marines que, probablement, és desenvoluparan en el futur.

Intensitat: Les fonts no renovables (combustibles fòssils i urani) són molt intensives, és a dir, amb poca massa o poc volum s'obtenen potències i energies molt elevades. Per exemple, amb un litre de gasolina un automòbil recorre avui dia uns 20 km. En canvi, les fonts renovables, tot i ser abundants i molt distribuïdes, són molt menys intensives i requereixen més espais i massa per a obtenir els mateixos efectes.

Gestió: Les fonts no renovables (sobretot els fòssils) són recursos d'estoc que podem cremar en el moment que convingui, fet que possibilita la gestió de l'oferta. Equival a dir als consumidors: "feu el que vulgueu mentre pagueu: enceneu els llums i engegueu les fàbriques quan us convingui, o carregueu les bateries de l'automòbil a la nit". I el sistema va regulant el subministrament per seguir el consum: les centrals nuclears van a pinyó fix, les centrals de cicle combinat engeguen i paren per fer la regulació basta i les centrals hidroelèctriques fan la regulació fina. En canvi, les principals fonts renovables són recursos de flux intermitents i aleatòries; ara hi ha Sol, ara no n'hi ha; ara fa vent, ara no en fa; ara ha plou i ara no plou. Per tant, és aconsellable operar de forma contrària: gestionar la demanda (els usos) per adaptar-la al màxim als recursos renovables. I, perquè no? Haurem de poder dir "avui no Sol ni vent; per tant atura aquesta fàbrica tan intensiva en energia". I també s'hauran de recomanar a tota la ciutadania mesures d'aquest tipus.

Magatzem: Els combustibles fòssils són emmagatzemables; en canvi, l'electricitat s'ha d'usar al mateix temps en què es genera. Caldrien sistemes d'emmagatzematge massiu d'electricitat fins ara no desenvolupats ja que la regulació del gruix del sistema elèctric es fa en base a les centrals tèrmiques. Regular amb bateries el consum elèctric d'una ciutat o de les grans indústries i serveis, no va enlloc; cal disposar de sistemes d'emmagatzematge de molta més capacitat, com l'hidrogen verd o les centrals hidràuliques reversibles. El tema del gran emmagatzematge s'ha de plantejar i vindrà més endavant.

Accessibilitat: Ja em direu si podeu extreure recursos no renovables (fòssils o urani) de sota casa, al jardí o en algun terreny proper: aquests recursos es troben en poques localitzacions al món i requereixen grans sistemes tècnics i inversions. En canvi, tothom té accés als principals recursos

energètics renovables de forma distribuïda i escalable: els panells fotovoltaics van des d'una fracció de m² fins a cobrir centenars d'hectàrees; l'energia hidràulica va des de les petites centrals hidràuliques locals (minihidràulica) fins a les grans centrals hidroelèctriques i, l'eòlica també va des de les eòliques domèstiques (minieòlica) fins als grans parcs d'aerogeneradors; i, encara, la llenya és accessible als boscos propers.

Rendiment: I finalment, els rendiments de les transformacions dels combustibles fòssils i l'urani són baixos ja que en primera instància proporcionen calor (combustió o fissió), i els processos per obtenir electricitat (centrals tèrmiques) o mobilitat (motors tèrmics) es basen en els rendiments baixos de les lleis termodinàmiques. En canvi, en les transformacions de les energies renovables elèctriques a calor (bomba de calor, resistència elèctrica) o a mobilitat (motors elèctrics) els rendiments són alts. Això és un avantatge important del sistema renovable que quedarà en part compensat per les pèrdues de rendiment en els necessaris sistemes d'emmagatzematge.

En la figura 8 he indicat en verd el que són avantatges o oportunitats de les energies renovables i, en marró, el que poden significar dificultats.

3. Desafiaments de la crisi energètica:

Elements de la transició

Una transició energètica socialment justa.

Un dels perills més grans és que, amb les sacsejades de la transició energètica, es desarticuli l'equilibri social i vingui un col·lapse. Tenim una societat lligada amb pinces per tots els costats: la major part de la població (especialment la de les grans ciutats) som dependents en tot: si falla l'energia, d'on traurem els aliments? on anirem a treballar? Com ens informarem i comunicarem? Per tant, és un tema molt delicat. Una guerra com la d'Ucraïna, més enllà dels aspectes humans, són un perill brutal en el moment actual.

Noves oportunitats de participació.

Deriva del fet que les energies renovables siguin distribuïdes i accessibles a tothom. També en parlarem. Podem optar per estratègies de transició energètica entre dos extrems: cooperar per bastir el nou sistema renovable o fer la guerra per acaparar els últims recursos. La guerra d'Ucraïna s'alinea amb aquesta segona estratègia.

Cal començar la transició energètica amb l'obtenció d'energia per a usos propis, ja que això té uns efectes pedagògics immensos: cobreixes les teves necessitats amb l'energia que obtens i veus quina correlació hi ha. Molts s'enduran sorpreses.

El territori de captació.

Serà un factor clau del sistema energètic renovable en el que poca gent hi ha pensat. Els combustibles fòssils es van formar fa desenes de milions d'anys gràcies als vegetals (i, indirectament, animals) que van capturar la radiació solar per formar matèria orgànica que, enterrades i sota pressió i temperatura s'han transformat en els combustibles sòlids (carbons), líquids (petrolis) i gasos fòssils que avui coneixem. Les energies renovables, en canvi, provenen de la captació directa de la radiació solar o indirecta (vents, pluges, biomassa) d'ara mateix o en temps passats relativament recents. Per tant, no tenen l'efecte acumulació i concentració que els

combustibles fòssils ja van realitzar en èpoques geològiques i això fa que siguin menys intensives i que requereixin la funció de captació sobre grans superfícies de territori.

Els mapes d'insolació i de vents donen indicacions sobre les tecnologies a potenciar en cada país: Dinamarca, un país nòrdic sense muntanyes i amb forts vents ha optat per un model basat en l'energia eòlica terrestre i marítima (amb turbines ancorades en aigües de molt poca profunditat). Catalunya, amb una insolació més gran, ha de basar la seva transició energètica en la solar tèrmica i fotovoltaica complementada amb energia eòlica a les Terres de l'Ebre i a l'Empordà (i, en l'eòlica marina en el Golf de Lleó). Espanya ho ha de fer amb la molt bona insolació i en els vents, especialment amb els de la zona marítima de l'Atlàntic nord, la zona mediterrània d'Andalusia i de l'estret de Gibraltar i certes zones interiors com la conca de l'Ebre.

Energia i territori

El científic canadenc (Universitat de Manitoba) Vaclav Smil, nascut a Txèquia, fa una interessant anàlisi sobre els requeriments superficials de les diferents energies en base a la *densitat de potència*. Defineix aquest concepte com el flux d'energia (en W/m^2) obtingut amb cada tecnologia sobre una àrea horitzontal de territori o de làmina d'aigua (en lloc de la superfície de treball dels convertidor) tot prenent en consideració l'itinerari complet dels processos que fan possible la seva obtenció.

Per exemple, si analitzem l'electricitat obtinguda en una central tèrmica de carbó, es consideren les superfícies de la mina de carbó, dels sistemes d'emmagatzematge i de triatge del material, dels mitjans de transport i de la pròpia central termoelèctrica. En les energies renovables, considera, a més, la superfície de territori implicada en la captació dels fluxos naturals, que resulta ser, de llarg, el component principal.

En base a les dades de V. Smil (2010) [6] (Figura 9, color negre) ajustades i completades per l'autor (color roig) es pot establir la taula següent:

Figura 9: El territori i la densitat de potència

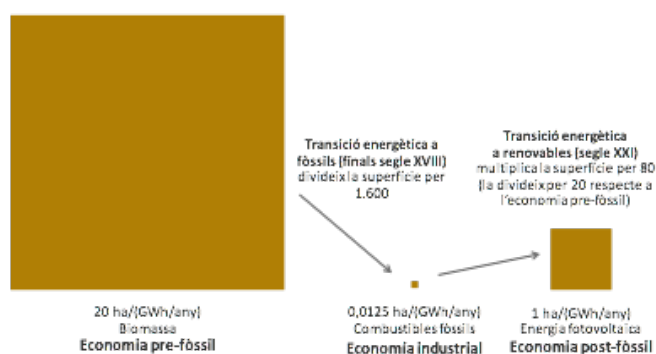
Densitat de potència i relacions superfície/energia per a diverses tecnologies					
	Densitat de potència			Superfície/energia	
	V. Smil (Baix – Alt)	V. Smil Mitja	Valors ajustats	Inversa de la densitat de potència	
	W/m ²	(GWh/a)/ha	(GWh/a)/ha	ha/(GWh/a)	Relacions
Centrals de gas	200 a 2.000	96,36	72,0	0,0139	1
Centrals de carbó	100 a 1.000	48,28			
Solar fotovoltaica (PV)	4 a 9	0,57	0,90	1,11	80
Biomassa	0,5 a 0,6	0,048	0,045	22,22	1.600

La primera columna de dades (en negre) mostra la forquilla de valors que dona Smil en W/m^2 . La segona columna (en roig) són els valors mitjans de la forquilla anterior expressats en unitats de (GWh/a)/ha (milions de kWh per any i per hectàrea). La tercera columna són els valors anteriors arrodonits o ajustats: per a les centrals de carbó i de gas, he ajustat a 72 (GWh/a)/ha (la mitjana de 93,36 i 48,28 és 72,32); per a l'energia solar fotovoltaica he elevat el valor a 0,90 (GWh/a)/ha en funció dels valors de les darreres instal·lacions a Espanya; i, per a la biomassa, he ajustat el valor a 0,045. Les dues columnes finals mostren les inverses de les densitats de potència, o sigui les superfícies necessàries per obtenir una determinada energia: la columna quarta en unitats de ha/(GWh/a) i la cinquena en valors relatius prenent el valor 1 per a les centrals termoelèctriques (fòssils).

Els resultats són espectaculars: l'energia fotovoltaica (representativa de les noves energies renovables) requerirà, en terme mig, unes 80 vegades més de superfície de territori que les centrals termoelèctriques d'avui dia (representatives del sistema energètic fòssil actual) i unes 20 vegades menys que la biomassa (representativa del sistema energètic preindustrial. Alhora, aquest darrer requereix unes 1.600 vegades més territori que el sistema fòssil.

En efecte, unes poques hectàrees ocupades per mines i serveis annexos, més uns sistemes de transport i unes centrals tèrmiques proporcionen la mateixa energia que milers d'hectàrees de captació fotovoltaica. I cal tenir en compte els impactes. Per exemple, el parc fotovoltaic Núñez de Balboa, a Extremadura (Espanya), que ocupa unes 1.000 hectàrees i té una potència de 500 MW, genera uns 830 GWh anuals d'electricitat (equivalent a unes 1.660 hores de funcionament a l'any a plena càrrega); així, doncs, per substituir una central nuclear d'1 GW (genera entre 7.000 i 7.200 GWh/any) caldrien unes 8.500 hectàrees de parc fotovoltaic, una superfície de prop de la del municipi de Barcelona, de Besòs a Llobregat i de mar a muntanya.

Figura 10: Relació de superfícies per a obtenir la mateixa energia



La figura 10 mostra l'enorme expansió que va comportar el carbó a la Revolució Industrial amb unes aportacions d'energia quasi sense limitacions superficials de territori (fins aquell moment, fonamentalment de la biomassa) i que en una fase industrial avançada han representat fins a 1.600 vegades menys de territori.

També fa entendre el repte que encarem amb la transició dels fòssils a les noves energies renovables en què, novament amb el requeriment de captació, representa un increment de les necessitats de territori d'un 80 vegades. El fet de disposar de les actuals tecnologies d'energies renovables (hidroelèctrica, eòlica, fotovoltaica) fa que la densitat de potència de la captació sigui unes 20 vegades més eficient en superfície que les densitats de potència de la biomassa en l'època preindustrial, però unes 80 vegades inferiors a la dels fòssils actuals.

Les diferents fonts renovables i el territori

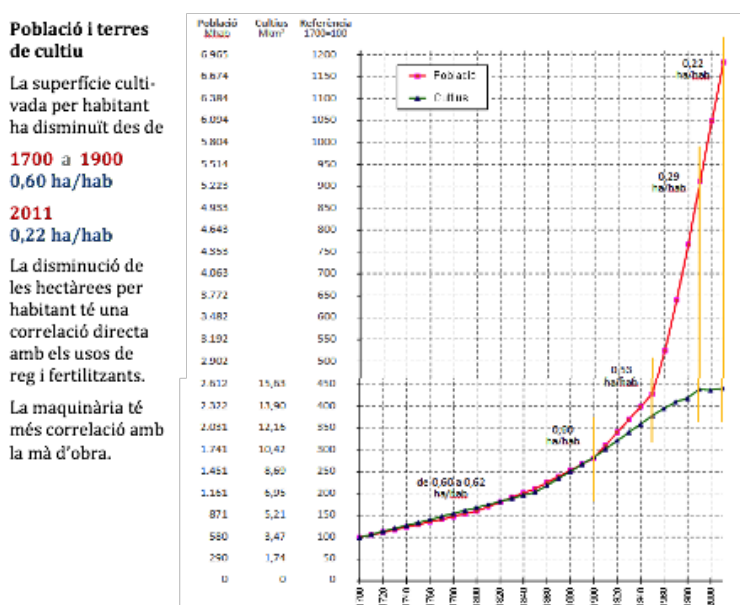
Cal comentar algunes diferències entre les energies renovables. Així com els panells fotovoltaics exigeixen materialitzar les superfícies de captació de la radiació solar, l'energia eòlica aprofita vents formats en altres indrets i tan sols requereix unes petites superfícies per ancorar les columnes de les eòliques; tanmateix, les densitats de potència són del mateix ordre ja que cal distanciar les turbines a fi que no es facin ombra, si bé permeten aprofitar l'espai intermedi per altres usos. Pel que fa a l'energia hidràulica cal comentari semblant: si bé l'ocupació directa es limita als embassaments i a les centrals, la superfície compromesa és tota la conca hidràulica (l'aigua només s'aprofita un cop

per energia) i les densitats de potència resultats són molt baixes. Finalment, la biomassa (boscos cultius, prats) ocupa grans superfícies sense instal·lacions fixes però té una densitat de potència baixa. Alhora, cal advertir que tant l'aigua com la biomassa han de compatibilitzar la funció energètica amb altres usos, la major part d'ells prioritaris.

L'alimentació humana, territori i grans ciutats

Pel que fa a la productivitat de les terres de cultiu, hi ha un grup de recerca canadenc que ha estimat les terres artigades (preparades per als cultius) en el món des de 1700 fins a 1992 [7] i que he complementat amb dades recents de Faostat [8].

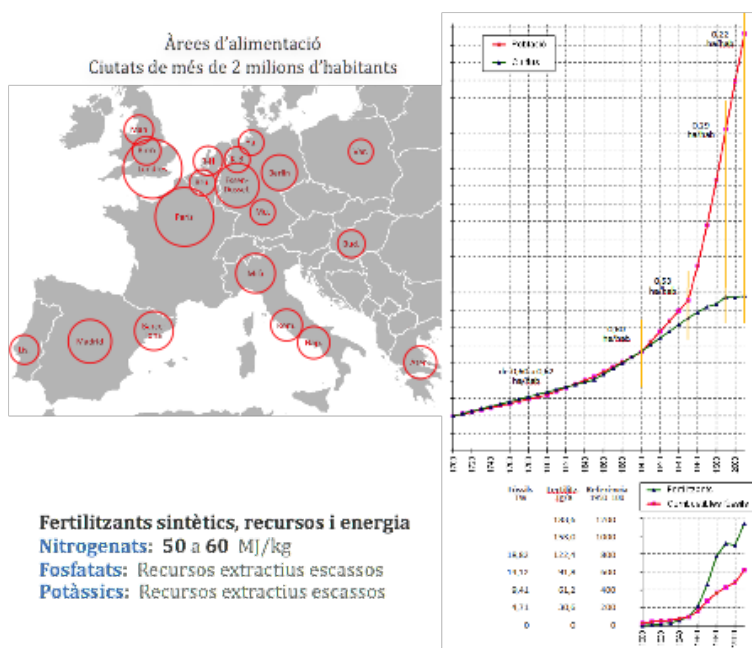
Figura 11: Població i terres de cultiu



En correlacionar les terres artigades amb la població mundial he trobat que de 1700 a 1900, la relació es mantenia lleugerament per sobre de 0,60 hectàrees per habitant (ha/hab; cada habitant de la Terra s'alimentava de 6.000 m² de cultius). El 1900 apareixen els fertilitzants químics i la relació ha/hab declina fins a 0,53 l'any 1950. A partir d'aleshores, la producció de fertilitzants químics en massa (i també de llavors millorades, el reg forçat i la maquinària) milloren significatives els rendiments fins a 0,22 ha/hab en temps recents, valor que, amb l'augment mundial de població i la quasi no variació de les terres de cultiu, continua baixant. Quan l'energia fòssil escassegi, com mantindrem els rendiments agrícoles? Com alimentarem la població humana?

Per últim, cal dir que els cultius energètics per fabricar biocarburants per a motors tèrmics són un enorme error que cal bandejar. En termes territorials són unes 70 vegades menys eficients que la captació d'energia fotovoltaica per alimentar els motos elèctrics. La biomassa té altres funcions, com regenerar el CO₂ per mitjà de la funció clorofil·lica o produir aliments per mitjà dels cultius i dels prats. El llibre citat [9] posa de relleu (amb dades de 2007) que transformar en gasolina el 42% (en pes) de la producció agrícola mundial (principals cereals i cultius sucres), només permet obtenir el 13,2% del consum d'aquest carburant. No cal donar-hi més voltes.

Figura 12: Alimentació, territori i grans ciutats



La figura 12 posa sobre la taula un tema que em sembla extremadament rellevant: el territori amb les terres de cultiu necessàries per proveir d'aliments les grans ciutats. A tal efecte, s'han marcat aquests territoris amb cercles vermells per a les metròpolis de més de 2 milions d'habitants d'Europa, en base al valor mitjà mundial de terres agrícoles per habitant sobre el territori. Són territoris molt importants.

Amb la guerra d'Ucraïna hem descobert que una part significativa de l'alimentació mundial prové de països que tenen molta superfície agrària.

El transport, element crític de la transició energètica

En el transport, la transició del petroli i els seus derivats (d'intensitats energètiques molt elevades) a vectors energètics renovables alternatius (d'intensitats energètiques molt més baixes), comportarà un encariment relatiu d'aquest sector.

El transport interactua amb altres sectors de manera crítica. En les grans ciutats caldrà establir un difícil compromís entre la intensitat de l'ús del territori circumdant per obtenir aliments, aigua, energia, etc. de km0 i regenerar els residus tot mantenint la salut dels ecosistemes, i les necessitats de transport per assegurar aquest metabolisme: uns usos menys intensius dels sòls comporten més transport (que alhora requereix més energia), i viceversa.

Figura 13: Transport i l'energia



La figura 13 mostra un exemple de la problemàtica del transport. Un vaixell porta-contenidors de 8.000 TEUs (contenidors de 6,25 metres), de 320 metres de llargada i 10.000 DWT, alimentat amb hidrogen, requeriria per funcionar unes 300 hectàrees de camps fotovoltaics; i amb altres mitjans de transport seria semblant.

4. Energia i territori a Catalunya

El 2016, Eduard Furró proposa un model de transició energètica per a Catalunya [10] que es resumeix de forma breu en vídeos [11]. Parteix d'un consum d'energia primària el 2015 de 222.500 GWh/any (descomptats els consums de la navegació i l'aviació internacionals) que, després de les pèrdues per diverses transformacions, dona lloc a una energia útil de 99.000 GWh/any. Propugna un estalvi del 21% respecte a la situació actual amb la qual cosa ha de cobrir una energia útil de 78.000 GWh/any.

Partint d'aquesta xifra així com de les necessitats d'hidrogen per emmagatzematge, vehicles pesants i processos industrials a alta temperatura, Furró cerca les fonts per cobrir aquestes necessitats i arriba a una xifra d'energia renovable a captar de 144.000 TWh/any de les quals 60.000 TWh/any en zones ja artificialitzades (sòl urbà, infraestructures, pedreres) i el mar (eòlica marina) i 84.000 GWh/any en sòls rústics. Aquestes energies es traduirien en uns requeriment de superfície de 85.870 ha en total de les que 64.000 ha serien en sòls rústecs.

La figura 14 en mostra un resum del model de Furró en termes d'energia capturada (EC), energia útil (EU), superfície de captació (SUP) i repercussió en m²/habitant:

Figura 14: Energia i territori a Catalunya

	EC (GWh/any)	EU (GWh/any)	SUP (ha)	M ² /habitant
TOTAL	144.000	78.000	85.870	114,5
Captures directes	18.000	16.450	3.120	4,2
Captació termosolar	7.200	7.200	1.200	1,6
Biogàs	1.800	450	-	-
Biomassa	4.200	4.200	-	-
Terrats i patis (PV i EO)	4.800	4.600	1.920	2,6
Infraestructures	30.000	21.000	18.750	25,0
Hidro, eòlica marina	12.000	8.400	-	-
Sòls rústics	84.000	32.150	64.000	85,3

És interessant observar que el rendiment del sistema fòssil i nuclear entre l'energia primària i la útil és de 44,5% (99.000/222.500) i disminuiria més si es considerés la navegació i l'aviació internacionals. En canvi, el rendiment és més alt en el model energètic renovable, 54,2% (78.000/144.000) i encara milloria si s'usés l'electricitat de forma directa (gestió de la demanda), tot evitant l'emmagatzematge d'energia en forma d'hidrogen. Aquests resultats són molt semblants en tots els països i regions.

També cal observar en la Figura 14 que l'apartat denominat "captures directes" en bona part obtenció d'energia per a usos propis (o autoconsum; captació termosolar, fotovoltaica i petita eòlica en terrats i patis, biogàs, biomassa), conté les energies que presenten menors pèrdues entre l'energia captada i l'energia útil (de 18.000 a 16.450 GWh/any); i, també, globalment les que presenten una millor relació energia útil/superfície de captació (16.450/3.120 = 5,27 (GWh/a)/ha), quan aquesta relació per al conjunt del sistema és de 0,91 (GWh/a)/ha.

Aquestes xifres porten a les següents conclusions: 1. En primer lloc, cal potenciar l'obtenció d'energia per a usos propis (tant en entorns domèstics com industrials i de serveis) ja que, a més de bons rendiments, tenen efectes educatius i proporcionen resiliència; 2. En segon lloc, cal aprofitar les superfícies de les infraestructures i de les zones degradades; 3. I, en darrer lloc, l'hidrogen (amb un rendiment inferior al 35% en l'itinerari electricitat verda – hidrogen - electricitat) s'ha d'utilitzar només en els casos on és imprescindible (emmagatzematge a llarg termini, centrals reguladores, vehicles pesant i de llarg abast, i processos industrials a alta temperatura).

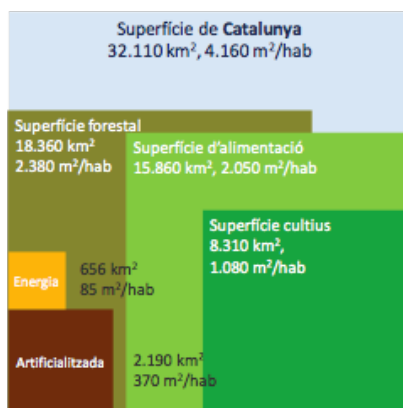
Figura 15: Superfície, energia i territori a Catalunya

Energia renovable a Catalunya

Més enllà del territori artificialitzat, la superfície necessària a Catalunya en sòls rústics per captar l'energia renovable és de **64.000 hectàrees**, el **2%** del territori.

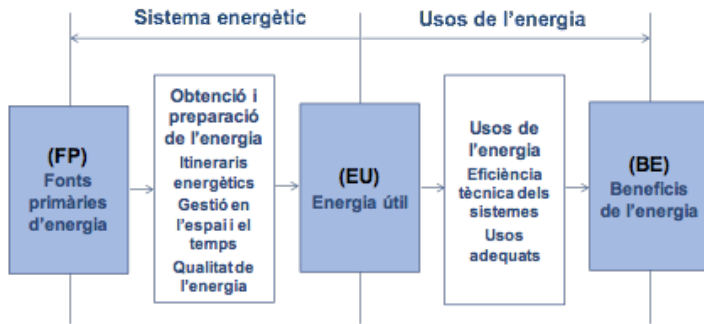
El repte és factible, però no fàcil. Les administracions han de posar les bases per resoldre els desequilibris territorials.

Població
Superfície forestal
Superfície de cultius
Superfície d'alimentació
Superfície artificialitzada
Superfície d'energia



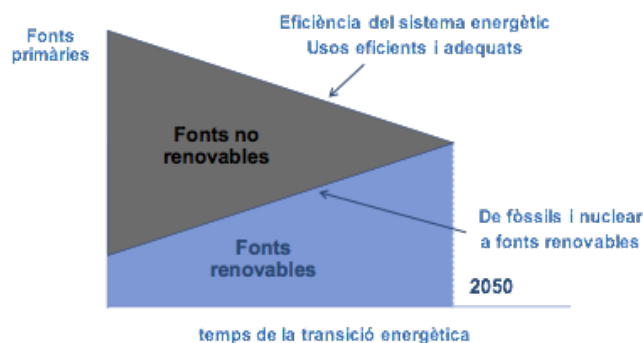
La figura 15 mostra les superfícies de Catalunya en forma de quadrats: la superfície de Catalunya (quadrat blau clar); la superfície de cultius (quadrat verd fosc, 24,9% de la superfície, 1.080 m² per habitant), pràcticament la meitat de la superfície necessària per a la superfície per a l'autosuficiència alimentària (o superfície d'alimentació, quadrat verd clar, 49,4%, 2.050 m² per habitant). Les zones urbanes i les infraestructures constitueixen la superfície artificialitzada (quadrat marró, 6,8% de tot el país, un valor elevat); I, finalment, la superfície de sòl rústic per al sistema energètic (quadrat groc), que és del 2,0%; caldrien encara unes 20.000 hectàrees més de captació sobre sostres urbans i sobre infraestructures.

Figura 17: Obtenció i usos d'Energia



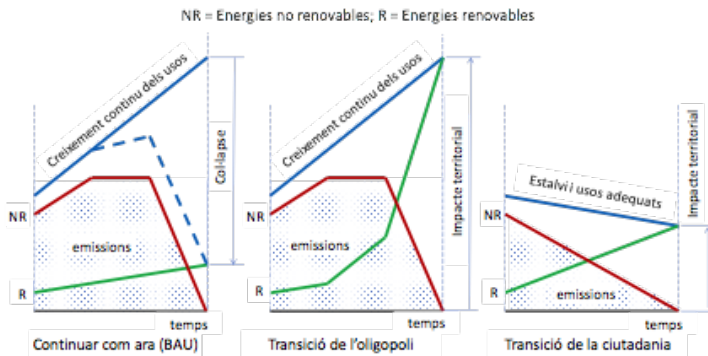
L'esquema de la Figura 17 divideix l'itinerari complet en dues parts. La primera, de l'energia primària a l'energia útil (no l'energia final que ens venen les companyies, sinó la que realment fa funcionar les coses, descomptades també les pèrdues en els aparells dels usuaris). I, la segona part, va de l'energia útil als beneficis esperats de l'energia (llum, calor, moviment, informació, etc.); en aquest costat hi ha tanta feina a fer com en l'altre en dues qüestions: l'eficiència tècnica (obtenir un determinat efecte amb menys recursos i energia); i els usos adequats (evitar allò que no és necessari o fer-ho de manera que requereixi menys efectes tècnics).

Figura 18: Línies de transició energètica



L'esquema de la Figura 18 mostra com les accions en les dues parts de l'itinerari energètic (sobre la generació i els sobre usos) col·laboren en la transició energètica. Observem que en la línia de consums energètics es produeix un "decreixement", que és exactament el contrari del que hem estat fent i que emmarca el pensament de la nostra era ("si no es creix, hi ha el col·lapse"). "La veritable transició energètica no començarà mentre les energies renovables se sumin a unes energies fòssils encara en creixement, sinó quan substitueixin les energies fòssils".

Figura 19: Opcions de Transició Energètica



Quines opcions de transició energètica tenim? La figura 19 en mostra un esquema.

Primera opció (esquerre):

Continuar com fins ara (o BAU, *Business As Usual*)

La energies renovables van creix lentament, anem cremant els combustibles fòssils fins que arriben al seu màxim (situació en què ja som ara) i després baixen fins a exhaurir-se (línia discontinua), moment en què el sistema col·lapsarà.

A més de quedar-nos sense energia, s'hauran cremat tots els fòssils, les emissions acumulades seran màximes (zona puntejada) i, per tant, les conseqüències del canvi climàtic són les pitjors.

Segona opció (al mig)

Transició energètica de l'oligopoli:

L'oligopoli defensa mantenir el creixent dels consums com fins ara (com més consum, més negoci) i, indirectament, retenir el control del sistema energètic en base a grans instal·lacions. Avançar en aquesta opció pot ser relativament fàcil mentre hi hagi combustibles fòssils. Però, a la seva fi, i amb un consum desafortat que haurà fomentat, serà necessari implantar un immens volum d'infraestructures d'energia renovable que, de ser possible en aquelles condicions, comportarà una brutal afectació territorial i uns impactes destructius sobre els ecosistemes.

Com en l'opció BAU, haurem cremat tots els fòssils, les emissions acumulades seran màximes (zona puntejada) i les conseqüències del canvi climàtic seran les pitjors. Pel que fa al subministrament d'energia, en cas que l'opció sigui viable, continuarà en mans de l'oligopoli i tindrà afectacions territorials i ecosistèmiques enormes que empitjoraran encara més els efectes negatius del canvi climàtic.

Tercera opció (dreta)

Transició energètica de la ciutadania:

Propugna una responsabilització i un control del sistema energètic de la ciutadania per mitjà de la captació d'una part de les necessitats energètiques per a usos propis. Pressuposa una política de sensibilització i d'educació de la ciutadania, el teixit productiu i les administracions sobre l'estalvi i

els usos adequats. El consum global aniria baixat (però no la qualitat de vida) i, des del primer moment, les energies renovables anirien substituirien els combustibles fòssils.

Aquesta opció és la que produiria unes emissions acumulades més baixes (zona puntejada) i, per tant, uns efectes negatius del canvi climàtic més moderats (potser es podria limitar l'augment de la temperatura mitjana de la Terra a 1,5 °C). Per altre costat, el nou sistema energètic renovable seria distribuït, seria molt més resilient i controlat per la ciutadania.

5. Conclusions finals

Voldria acabar amb unes conclusions finals que resumeixo en quatre punts:

1. El sistema actual difícilment es regenerarà per la cúpula on hi ha molts interessos: "cal treballar per canviar-la però no obsessionar-s'hi". És una recomanació, no sé si agrada o no. Ho dic perquè molta gent acaba exhausta amb aquesta punt.
2. En canvi, proposo "centrar l'acció en l'obtenció d'energia (i altres recursos) per a usos propis (personals i comunitaris) en base a satisfer les necessitats concretes (efecte pedagògic)". En lloc de pensar "hi ha crisi energètica, hem de generar més energia" jo els diria "quines necessitats tenim en aliments, calefacció, mobilitat, etc. doncs anem a cercar l'energia renovable per a satisfer-les". Partir de les necessitats, i no de l'obsessió de fer més energia per abocar-la a un sistema que no-sé-qui gestiona i on se'n perd una part important. Aquest no és el camí.
3. "Donar prioritat als recursos locals (empoderament i resiliència). Evitar el transport innecessari. Potenciar les activitats de "rebot" i de "reutilització". O sigui economia circular.
4. I finalment: "Reforçar l'acció comunitària (residencial, en el món productiu i dels serveis) amb el suport i la col·laboració de les administracions de proximitat, especialment els ajuntaments."

Tot això que hem dit representa un canvi de paradigma respecte a la situació actual, un canvi de civilització.

NOTES:

[2] Carles Riba Romeva, *Recursos energètics i crisi, la fi de 200 anys irrepetibles*, Edicions UPC 2011, <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/12972> (també hi ha una versió digital en anglès <http://cmes.cat/books/energy-resources-and-crisis/>). El 2012 es va fer edicions en paper en català i castellà a Editorial Octaedro.

[3] McGlade, Ch.; Ekins, P. *The geographical distribution of fossil fuel unused when limiting global warming to 2 °C*, Nature 517, 187-190, 2015.

[4] Font: U.S. Global Change Research Program <https://insideclimatenews.org/content/co2-sources-sinks-national-climate-assessment>

[5] Colombier, M. et al., *Nouvelles représentations des consommations d'énergie*, cahiers du CLIP (Club d'Ingénierie Prospective Énergie et Environnement) n° 23, IDRRI, abril de 2013.

https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/clip22_nouvelles-representations-consommations-energie_web.pdf

[6] Vaclav Smil, *Power Density Primer: Understanding the Spatial Dimension of the Unfolding Transition to Renewable Electricity Generation (Part V – Comparing the Power Densities of Electricity Generation)*, 14 de maig de 2010

<https://www.masterresource.org/smil-vaclav/smil-density-comparisons-v/>

[7] Ramankutty, N.; Foley, J.A. *Estimating historical changes in global land cover: Cropland from 1700 to 1992*. *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 13, Issue 4, p. 997-1027, desembre de 1999.

[8] Faostat, <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

[9] C. Riba, 2011, *Recursos energètics ...*

[10] Eduard Furró, *Catalunya. Aproximació a un model energètic sostenible*, Editorial Octaedro, Barcelona maig de 2016.

[11] Eduard Furró, *La transició energètica en xifres* (6 vídeos): 1. Les necessitats; 2. Els recursos; 3. Les ocupacions de territori; 4. Els usos tèrmics de l'energia; 5. La mobilitat; 6. Els usos elèctrics de l'energia.
<http://cmes.cat/category/videos-cmes/>

IV Seminari d'Ecologia Política Universitat Autònoma de Barcelona

<https://econflictes.home.blog/> @Econflictes_uab