



ESTUDIO SOBRE ENERGÍAS
4
CAMBIO CLIMÁTICO.
Marzo del 2020

Autor: Juan José Ibáñez Acedo

ÍNDICE:

1.-	<i>EL PROBLEMA DE LAS ENERGÍAS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO</i>	3
2.-	<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	3
3.-	<i>CUANTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</i>	4
4.-	<i>CONCLUSIÓN PREVIA NÚMERO 1</i>	7
5.-	<i>CONCLUSIÓN PREVIA NÚMERO 2</i>	8
6.-	<i>ALTERNATIVA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES</i>	8
7.-	<i>AMPLIACIÓN DE LA PROPUESTA RENOVABLE A TODO EL PLANETA</i>	10
8.-	<i>NIVEL DE GENERACIÓN MUNDIAL DE CO2</i>	11
9.-	<i>NECESIDADES TEÓRICAS DE INSTALACIÓN ENERGÍA EÓLICA</i>	12
10.-	<i>EFFECTOS SOBRE EL CLIMA DE LAS INSTALACIONES EÓLICAS</i>	15
11.-	<i>¿Y SI LAS RENOVABLES NO FUERAN RENOVABLES?</i>	16
12.-	<i>CONCLUSIONES A LA ALTERNATIVA DE SÓLO RENOVABLES</i>	17
13.-	<i>LA SOLUCIÓN HA DE SER GLOBAL</i>	18
14.-	<i>ENERGÍA NUCLEAR: LA ÚNICA ALTERNATIVA.</i>	20
15.-	<i>PELIGROSIDAD RELATIVA SEGÚN TIPOS DE ENERGÍA</i>	22
16.-	<i>ENERGÍA NUCLEAR Y VIAJES ESPACIALES</i>	23
17.-	<i>TIEMPOS DE ACCESO A LOS OBJETOS DEL SISTEMA SOLAR</i>	24
18.-	<i>EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURAS</i>	27
19.-	<i>BILL GATES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO</i>	28
20.-	<i>CONCLUSIONES FINALES</i>	30
21.-	<i>GLOSARIO DE UNIDADES</i>	33

1.- EL PROBLEMA DE LAS ENERGÍAS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

El Cambio Climático (CC), también llamado Calentamiento Global (CG), parece ser una cuestión a tener muy en cuenta. El CC siempre se ha producido a lo largo de la existencia de La Tierra, por múltiples razones, así que queda la cuestión de si el actual cambio es debido, en parte significativa, al Hombre, o si esta contribución es insignificante. Pero lo que parece novedoso, a lo largo de todo el registro climático de La Tierra es la VELOCIDAD, con que el CC se está produciendo, no el propio cambio en sí, que nunca ha cesado. Y en este sentido, parece ser que la influencia antrópica es determinante, y **se debe, con casi total seguridad, al aumento de la proporción de la concentración del gas CO₂ en la atmósfera**, que ha pasado, en poco más de un siglo, de 300ppm (partes por millón, o 300 moléculas de CO₂ por cada millón de moléculas de aire) a 400ppm, es decir, un aumento del 33%.

En este estudio asumimos que el CC se está produciendo por esa causa, aunque no esté absolutamente determinada, pero la probabilidad, y el riesgo que implica, es suficiente para que la hipótesis se tome absolutamente en serio.

En el siguiente enlace se pueden escuchar una de las mejores exposiciones que he encontrado en defensa de esta tesis.

<https://www.youtube.com/watch?v=JQHtjT-c7U>

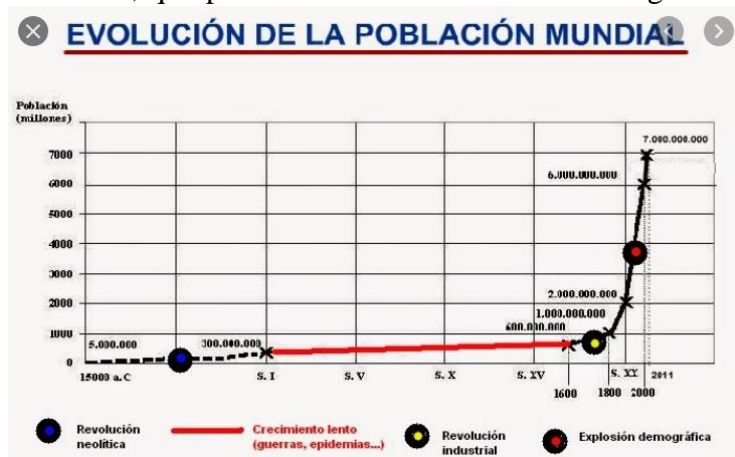
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hipótesis de partida:

El CC se está produciendo, principalmente, por la quema de combustibles fósiles que han aumentado la concentración de CO₂ en la atmósfera, que con su efecto invernadero, está aumentando la temperatura del planeta a un ritmo muy elevado.

Establecida la causa, el problema podría empezar a solucionarse eliminándola, es decir, dejando de quemar combustibles fósiles, pero esto, a su vez, tiene consecuencias que podrían hacer que el remedio fuera peor que la enfermedad, así que el objeto de este estudio es cuantificar el problema del CC y las consecuencias de dejar de quemar combustibles fósiles, o estudiar alternativas para sustituirlos por otro tipo de energía.

La quema de combustibles fósiles a escala significativa comenzó con la Revolución Industrial, que podemos datar a comienzos del siglo XIX. Como se aprecia en la imagen, en 1800, la población mundial era de unos 1000M de personas. Su esperanza de vida era de unos 37 años en Europa. A partir de ese momento, y coincidiendo con la disponibilidad de energía, procedente de la quema de combustibles fósiles, se rompe la tendencia secular y la población se dispara. Y aquí no caben otras especulaciones. El consumo de energía por habitante está directamente relacionado con el desarrollo, el nivel y calidad de vida y su propia duración.



1800, la población mundial era de unos 1000M de personas. Su esperanza de vida era de unos 37 años en Europa. A partir de ese momento, y coincidiendo con la disponibilidad de energía, procedente de la quema de combustibles fósiles, se rompe la tendencia secular y la población se dispara. Y aquí no caben otras especulaciones. El consumo de energía por habitante está directamente relacionado con el

desarrollo, el nivel y calidad de vida y su propia duración.

La conclusión es obvia: **no se puede dejar de quemar combustibles fósiles sin sustituir la energía que proporcionan por otro tipo de energía, a menos que provoquemos una hecatombe humana.**

La propuesta actual pasa por ir sustituyendo la energía fósil por las renovables, básicamente hidráulica, solar y eólica, aunque hay otras opciones menores, como la geotérmica o la biomasa, incidiendo especialmente sobre el individuo (consumo personal), y dejando en paz todo el resto del consumo (industria y transporte terrestre, marítimo y aéreo, que es el diente del león), y además, desde un punto de vista occidental y sin visión de futuro (tratando de seguir como estamos). Otras opciones son más radicales y proponen directamente el decrecimiento (que no es lo mismo que la eficiencia), es decir, la vuelta a tiempos en que el consumo de energía por individuo era mucho menor (como su número, y su calidad y esperanza de vida). En este estudio se rechaza de plano la hipótesis del decrecimiento por falta de realismo. La gente sólo decrece a la fuerza, por crisis de cualquier tipo, o individualmente con la edad, pero jamás voluntariamente, ni siquiera lo desean los que lo proponen desde su cómodo sillón (que decrezcan otros). Nadie es feliz decreciendo, y se rebelarán por todos los medios que puedan imaginar. Por otra parte, está el Tercer Mundo, que aspira, y no renunciará nunca, y con razón, a alcanzar los estándares occidentales actuales, por lo cual no es realista pedirles que se queden como actualmente están. No sería moralmente aceptable. El Tercer Mundo va a seguir creciendo, y quemando energía fósil, en la medida que pueda, y la cuestión del CC ni está en su agenda, ni les preocupa. China, India, toda Sudamérica, África y resto de Asia, irán a la suya, y por lo tanto, **o se les proporciona un medio de obtener energía limpia que permita su desarrollo, o seguirán quemando lo que tengan al margen del CO2 que produzcan.**

Así que la única salida razonable que queda, la única por la que realmente vale la pena luchar, es habilitar nuevas fuentes de energía que permitan el desarrollo progresivo de toda la Humanidad, en su conjunto, además de eliminar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), e incluso, que permitan eliminarlos de la atmósfera, mediante su filtrado (al margen de la contribución de la fitomasa), de la misma manera industrial en que los hemos volcado en ella. Hemos de tomar conciencia de que en el futuro, no sólo deberemos limpiar el agua que utilizamos, antes de verterla de nuevo, como ya se está haciendo en los países más desarrollados, sino también el aire, que usamos para no verter en él cantidades significativas de GEI u otras sustancias contaminantes.

3.- CUANTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Si queremos proyectar la sustitución de una energía por otra, el primer problema que tenemos es cuantificar la cantidad de energía que se pretende reemplazar, para poder dimensionar, así, la nueva fuente. Hoy en día esto no se hace, sino que se ha optado por atacar el problema de la manera más fácil, sin cuantificarlo y cargando sobre el individuo, al cual se le culpa de ensuciar la atmósfera con su ineficiente vivienda, su calefacción y principalmente, su vehículo privado. Se habla de sustituir el coche de combustión interna (gasolina o diésel), por coches eléctricos, pero eso plantea otros problemas, como por ejemplo, sus baterías, tiempo de recarga, duración y ampliación de la red eléctrica. Todo eso va en la dirección correcta, pero es un enfoque muy limitado, para sociedades que tienen coches, y sólo para individuos. La mayor parte del mundo no está en esa situación, o como se ha dicho, no está

por la labor. En cuanto a generación, se apunta únicamente a las renovables y se condena la nuclear. **Así que una vez cuantificadas las necesidades, habrá que calcular las posibilidades de las energías renovables para poder sustituir la energía fósil y nuclear.**

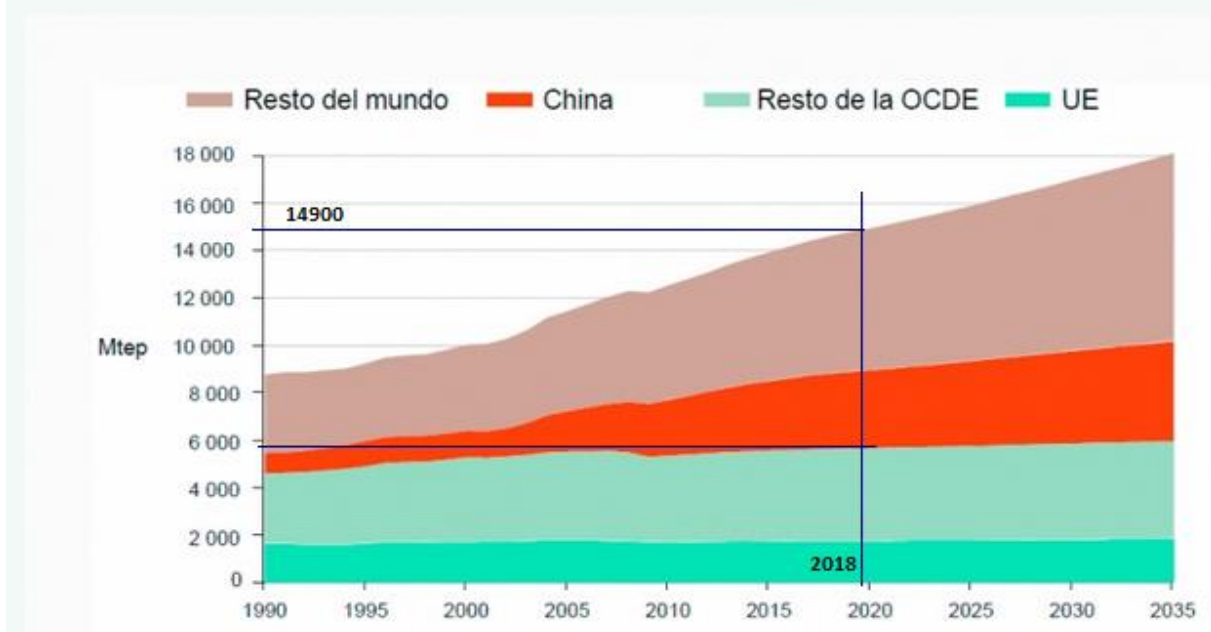
En primer lugar, consideramos el nivel medio actual de los países de La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), un total de 37, entre ellos Suecia, pero también Turquía, como el nivel deseable para toda la Humanidad a fecha de hoy. En el siguiente enlace pueden verse los países y algunas de sus características medias.

<https://datos.bancomundial.org/region/miembros-ocde?view=chart>

La población de estos países era, a fecha de 2018 (tomamos este año como referencia por faltar suficientes datos posteriores), **1304 millones de habitantes**. Un 17.52% de la población mundial, en esa fecha, que era de **7444M**.

En el siguiente gráfico de La Fundación para la Eficiencia Energética y el Medioambiente (<http://www.f2e.es/es/conceptos-basicos-sobre-la-energia>), podemos ver que los países de la OCDE, que consideramos como los más desarrollados, consumían unos 5900Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo), es decir, **4.52tep por habitante**, y el resto del mundo, unos 14900 – 5900= 9000Mtep, es decir, **1.47tep por habitante**, es decir, un 33% de lo que consume uno de los habitantes del mundo desarrollado, o tres veces menos.

Evolución de la demanda energética mundial en millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep)



La tonelada equivalente de petróleo (tep, en inglés toe) es una unidad de energía. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo, para la cual, como varía según la composición química de éste, se ha tomado un valor convencional de:

(https://es.wikipedia.org/wiki/Tonelada_equivalente_de_petr%C3%B3leo)

1 tep= 41 868 000 000 J (julios) = 11 630 Kwh (kilovatios-hora) y por tanto:

(Vamos a expresar el Mtep en una unidad más conocida de energía, el Kwh, que es la que no viene en la factura eléctrica.)

1Mtep= $10^6 \cdot 11630\text{Kwh} = 11.63 \cdot 10^9\text{Kwh}$, es decir, once mil seiscientos treinta millones de Kwh.

Y hemos visto, según los datos anteriores, que un habitante de la OCDE consumía 4.52tep al año, es decir: **4.52·11630Kwh= 52568Kwh por habitante y año. Es decir, cincuenta y dos mil quinientos sesenta y ocho Kwh por cada ciudadano de la OCDE y año.**

Esta cifra parece muy alta, para un individuo, pero es que la gente, cuando habla de consumo, se suele referir a su consumo personal directo, sin contar con que el indirecto es muy superior al privado. El petróleo se utiliza para:

- Todo tipo de transporte terrestre, marítimo y aéreo.
- Todo tipo de uso industrial, por ejemplo en fundiciones o productos petroquímicos, cementos, lubricantes, plásticos, etc.
- En agricultura y alimentación (fertilizantes, química, trabajo de la tierra, etc.).
- En construcción, ropa, y una gama enorme de productos derivados.

Si miramos ahora el consumo aproximado particular de un señor, que tiene un coche con el que hace 5000Km/año (niños, ancianos y muchos adultos no conducen), a un consumo de 7 litros a los 100 (350 litros, supongamos 30% de gasolina: 105 litros, y 70% de gasoil: 245 litros).

Considerando: (Poder Calorífico Inferior), PCI gasoil: 11.74Kwh/Kg. Densidad gasoil 0.85Kg/litro. PCI gasolina: 12.21Kwh/Kg. Densidad gasolina: 0.68Kg/litro. Tenemos:

Gasoil: $0.85\text{Kg/litro} \cdot 245\text{litros} \cdot 11.74\text{Kwh/Kg} = 2445\text{Kwh}$

Gasolina: $0.68\text{Kg/litro} \cdot 105\text{litros} \cdot 12.21\text{Kwh/Kg} = 872\text{Kwh}$

Eso nos da un total 3317Kwh de energía consumida en transporte personal.

Si tomamos el consumo medio, eléctrico, de una persona, que viene a ser de unos 38Kwh/mes (https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/empresas/energ%C3%ADa/grandes-empresas/tips-para-el-uso-inteligente), lo cual **nos da un promedio anual de 456Kwh/persona/año** (en España, no he encontrado este dato OCDE, pero España puede ser un buen promedio).

En total, su consumo PRIVADO es de $3317+456 = 3773\text{Kwh/persona/año}$.

Ese consumo representa un: $3773\text{Kwh} \cdot 100/52568\text{Kwh} = 7.18\%$ de su consumo total por todos los conceptos. **Una cifra realmente pequeña, frente al total, que pone en evidencia la demagogia de cargar sobre el ciudadano, en su consumo privado, la culpa de la sobreproducción de CO2, probablemente responsable del CC.** Dicho en cifras más comprensibles, y redondeando, **por cada 100Kwh, consumidos en la OCDE, 7Kwh los consume el ciudadano personalmente y 93Kwh los consume la industria, transporte no privado, etc.** Y aunque fuera el cuádruple, seguiría, el ciudadano, siendo la parte pequeña del problema. **No es, por tanto, cargando únicamente sobre él como vamos a solucionar el problema.**

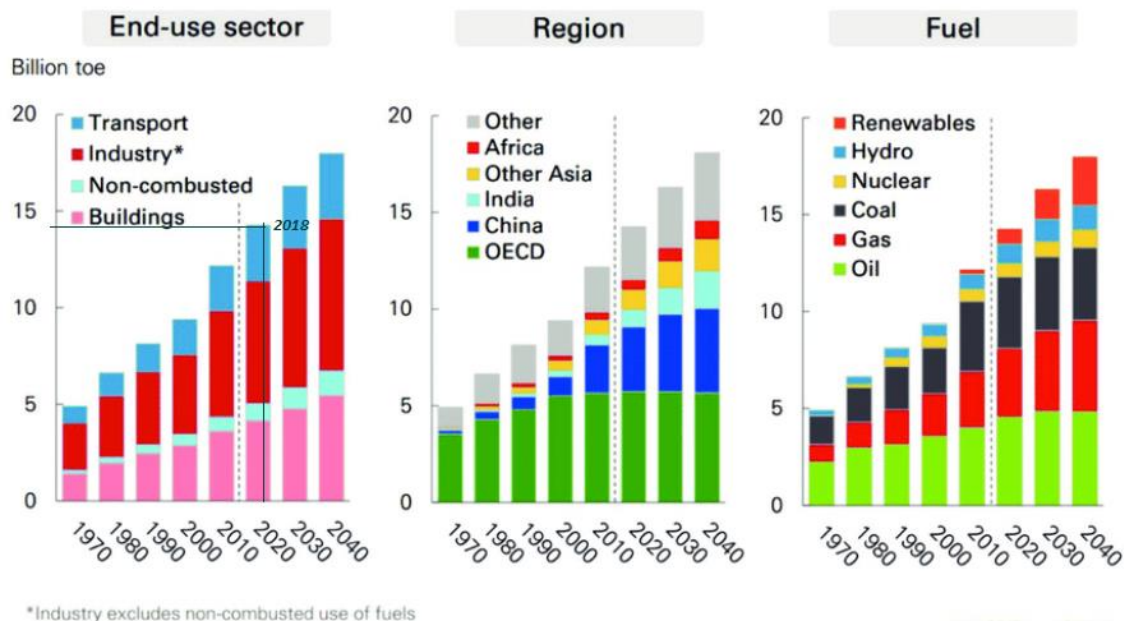
Lo anterior no está en contradicción con el hecho de que dentro de las ciudades, la contaminación del aire (un problema de salud), no sea debida principalmente al tráfico y

calefacciones privadas, ya que la industria suele estar alejada, pero como vemos, **eso no incide significativamente en el CC sino en la salud de sus habitantes.**

En la imagen siguiente “Primary energy demand according to BP energy Outlook” (toe, tonne of oil equivalent = 41 868 000 kJ), extraído del Proceedings of the 6th International Conference on Chemical Technology, 1st edition, 18-04-2018 en Mikulov, (República Checa), en el primer gráfico, se puede ver una relación entre los diversos tipos de usos (transporte, industria, construcción) que en total nos dan los aproximadamente 14900 Mtep que consumimos anualmente en el planeta (2018). En el segundo gráfico, puede verse que los países de la OCDE, han estabilizado su consumo prácticamente desde el año 2000, pero que el resto de los países siguen una carrera ascendente que será imparable mientras la puedan mantener (lo cual hará inútil nuestros esfuerzos por la implementación de las energías renovables, cuyo efecto es seguramente lo que impide que la emisión de CO2 siga creciendo en la OCDE).

En el tercer gráfico vemos la relación entre los diversos tipos de energía, en el que se aprecia que la energía fósil sigue siendo determinante.

(https://www.researchgate.net/figure/Primary-energy-demand-according-to-BP-energy-outlook-toe-tonne-of-oil-equivalent-41_fig1_324647736)



4.- CONCLUSIÓN PREVIA NÚMERO 1

La primera y evidente conclusión es que mientras el problema no se aborde en toda su dimensión, no estamos solucionando nada. Arremeter contra el ciudadano, en su producción privada de CO2 puede ser muy fácil y efectivo desde el punto de vista político, y ventajoso para recaudar impuestos, pero va dirigido más en esta última dirección que en la de solucionar el problema.

La contaminación de los coches privados es la parte más pequeña del problema. Poner la nota en ello, con el objetivo de corregir o limitar el CC es pura demagogia. **Para disimular su pequeña incidencia, supongo que el transporte privado se incluye dentro**

del transporte, en general, que es junto con la generación y la industria, uno de los tres factores principales de producción de CO₂.

Si realmente se quisiera incidir en ese problema **habría que actuar drásticamente sobre todos los conceptos antedichos** (transporte de mercancías terrestre y marítimo, transporte aéreo, agricultura e industria principalmente). **Eso implicaría una crisis mundial tan drástica que haría palidecer cualquier previsión catastrofista por efecto del CC.**

Por otra parte, si consideramos que el Tercer Mundo no se va a conformar, y que como ya hemos visto, consume **hasta tres veces menos** energía por individuo que los países de la OCDE, una futura situación de justicia planetaria exigiría un aumento de la producción de energía de hasta un equivalente de 32900Mtep, **un 220% más que la energía producida en el 2018 y a esa fecha.**

Y la conclusión anterior se basa en el presupuesto de que los países de la OCDE no aumenten su consumo actual de energía, es decir, que no crezcan, lo cual es suponer una situación que a la larga sería inadmisibile. **Todo el mundo quiere crecer.** Y sólo decrecerá por fuerza mayor. Una hipótesis probable, el decrecimiento, si no se habilitan medios para conseguir ese aumento de la ratio de energía por habitante, pero que no contemplo en este estudio por considerar que podemos y debemos resolver la situación.

5.- CONCLUSIÓN PREVIA NÚMERO 2

Visto que la principal causa de la generación de CO₂ es la producción y consumo indirecto de energía, intentar limitarla sin proveerla de una alternativa es inviable porque supondría una crisis social brutal, con reducciones drásticas en la industria, transporte, agricultura, etc. **Eso implicaría la muerte real, por hambre o violencia consecuente, incluso guerras, de miles de millones de personas en la misma proporción en que se redujera la disponibilidad energética.** En teoría, si se volviera al consumo energético por persona de principios del ecológico año de 1800, la población, en obligada proporción, se habría de reducir hasta los 1000M de habitantes de entonces.

6.- ALTERNATIVA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La mayor parte de la energía que se consume actualmente en Europa sigue siendo energía fósil (72.6% en 2015), aunque la proporción baja lentamente gracias a las renovables, pero en Alemania, con la eliminación de las nucleares, está subiendo:

<https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2017-configuracion-del-futuro/articulos/la-energia-en-europa-situacion-actual>

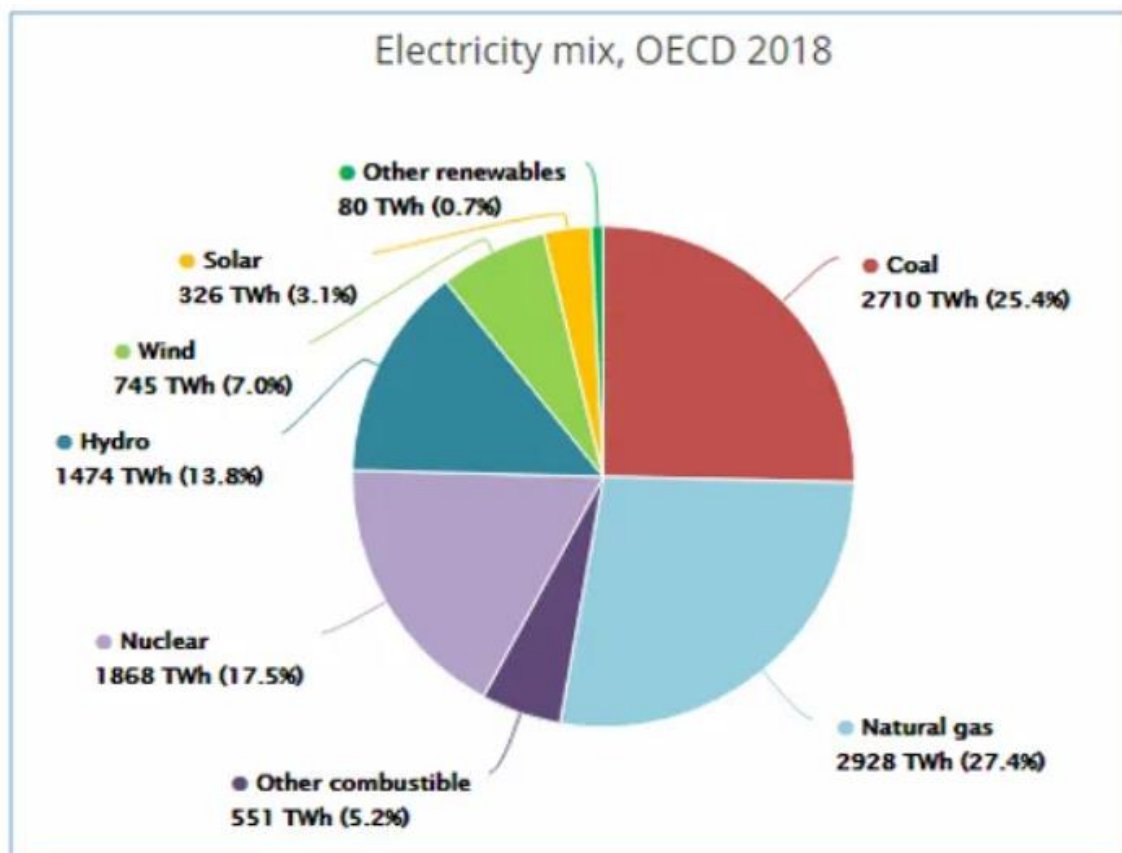
En un escenario de futuro, previsible, al final de los recursos fósiles (nunca terminarán, realmente, pero pueden llegar a ser antieconómicos o prohibidos por las legislaciones medioambientales), **habría que proveer las necesidades energéticas para crear derivados del petróleo de modo industrial**, porque como ya hemos visto, el petróleo no es sólo energía, sino multitud de productos derivados sin los cuales no podríamos mantener el nivel actual de desarrollo, pero esa hipótesis futura, aunque ineludible, no es el problema actual, así que en principio, **estudiaremos las necesidades energéticas para sustituir la energía eléctrica generada con combustibles fósiles por la procedente de las fuentes renovables**, para así tener una idea de la dimensión de este problema parcial, pero significativo.

El primer paso para cuantificar la cantidad de energía eléctrica procedente de combustibles fósiles es conocer el origen de la energía eléctrica actual. En el siguiente enlace: <http://www.economiadelaenergia.com.ar/tendencias-clave-de-la-electricidad-en-2018-en-la-ocde/>, obtenemos el gráfico de porcentajes en los países de la OCDE del cual podemos extraer los datos de que al carbón corresponden 2710Twh, al gas natural 2928Twh y a otros combustibles 551Twh, en total 6189Twh (**un 58% del total de energía eléctrica generada**). (Recordamos que 1 Twh o teravatio.hora, es igual a 1 billón de vatios.hora, o 10^9 Kwh. Y por lo tanto, según datos anteriores, **1Mtep = 11.63Twh**).

A las renovables les corresponden 2625Twh, **un 24.6% del total** (lo cual pone de manifiesto un gran avance).

La nuclear, con 1868Twh, un 17.5% del total, representa el resto de la producción. Si quisiéramos eliminarla, como es el deseo de muchos gobiernos, y la tendencia actual, tendríamos que añadirla a la cuota de energía a sustituir por renovables, con lo cual, a fecha del 2018, **la cantidad de energía a suplementar con renovables sería de 8057Twh, lo cual exigiría multiplicar por cuatro las instalaciones actuales de generación de energías renovables en los países de la OCDE.**

Otro factor importante es que, a menos que se esté dispuesto a asumir los períodos de no generación (falta de viento o luz solar), **se deberán tener instalaciones de resguardo**, ya sean generadoras, o de almacenamiento eléctrico (baterías, sales fundidas o agua elevada), en cantidad y emplazamiento adecuados.



Si consiguiéramos multiplicar por cuatro la producción eléctrica renovable, habríamos logrado que toda la electricidad 2018 estuviera libre de emisiones de CO2, pero el transporte y la industria seguirían quemando combustibles fósiles. No obstante en

generación eléctrica habríamos evitado quemar el equivalente de 8057Twh, o lo que es lo mismo, 692.78Mtep, que no se convertirían en CO2 al quemarse.

Pero todavía nos quedan los combustibles fósiles que se queman en la industria, el transporte marítimo, naval y terrestre, dentro de los cuales se insertan los consumos en transporte privado, que como ya vimos, no son significativos respecto de los anteriores.

Vimos anteriormente que el consumo total de energía en la OCDE era de 5900Mtep/año, de los cuales hemos de descontar la energía renovable generada, que era de 2625Twh, o lo que es lo mismo, 225.71Mtep, es decir, que todavía nos quedan 5674.29Mtep de energía fósil o nuclear, a sustituir por renovables. **Eso son 26 veces la energía renovable actualmente instalada en los países de la OCDE.** En ello entraría la sustitución de todo el parque móvil de motores de combustión por vehículos eléctricos, aunque ya vimos que eso no es muy significativo (7%) de cara al CC, lo es de cara a la contaminación en ciudades.

Sin embargo, ni el transporte marítimo, ni el aéreo, podrán ser sustituidos por energías renovables, a menos que utilizáramos estas energías para generar combustibles a partir del CO2 del aire y del hidrógeno del agua, lo cual no produciría aumento de CO2, pero a un coste inasumible actualmente. Incluso en el caso de que sólo se necesitara la mitad de esa energía “verde” (2837Mtep), es decir, 13 veces la actual, el reto es inmenso, suponiendo que sea factible, asunto que estudiaremos más adelante.

7.- AMPLIACIÓN DE LA PROPUESTA RENOVABLE A TODO EL PLANETA

Ya hemos visto que en los países de la OCDE necesitaríamos multiplicar por 26 las instalaciones de renovables actuales para sustituir la energía fósil y la nuclear, pero supongamos que sólo pretendemos reemplazar la mitad (porque muchos procesos exigirán hidrocarburos que sería demasiado caro generar con renovables), es decir supongamos que sólo hemos de multiplicar 13 veces la energía renovable actual. Si quisiéramos hacer lo mismo con el resto del planeta, que ya vimos que consume 9000Mtep, que se convertirían en tres veces más, es decir 27000Mtep, si quisiéramos ponerlos al nivel de los países de la OCDE, y si solamente aspiráramos a convertir en renovable la mitad de esa cifra (13500Mtep), necesitaríamos sustituir por renovables un total de 2837Mtep (OCDE) + 13500Mtep (resto países)= 15887Mtep que tendrían que ser extraídas, principalmente, del viento y de la radiación solar anualmente. **Y eso a fecha del 2018, porque si siguiéramos la previsión, para el año 2035 se necesitarían 18000Mtep, y si regularizamos a un mundo al nivel de los países de la OCDE actual, necesitaríamos, en realidad, 42200Mtep, o 21100Mtep si sólo aspiramos a reconvertir la mitad de esa energía a fecha 2035, pero movámonos en los parámetros actuales.**

El enfoque que se da a las energías renovables no tiene en cuenta los puntos de partida y final, para lograr un objetivo (como por ejemplo, la reducción del nivel de CO2 en el aire a lo que se llama “**escenario 450**”, o 450 ppm que debería garantizar un aumento máximo de la temperatura de 1.5°C a finales del siglo XXI, y que siguiendo la línea actual de crecimiento se alcanzará allá por el 2040), sino que, **en lugar de determinar objetivos finales**, suele limitarse a exponer los logros y avances de las tecnologías renovables sin referencias a las necesidades reales, sino a casos particulares sin proyección en el problema mundial, como por ejemplo podemos ver en la Web: <https://www.energias-renovables.com/> o en esta otra:

https://www.aecolica.org/uploads/Elementos_necesarios_para_la_Transicin_Energica_FINAL.pdf. Donde, en la práctica, se habla de planes locales, sólo eléctricos, y enfocados especialmente al viento.

Esto significa que se avanza sin previsión global, con sólo objetivos locales y particulares, puramente empresariales o políticamente cortoplacistas. Es decir, que no estamos afrontando realmente el problema, y por eso la concentración de CO₂ en la atmósfera sigue aumentando muy por encima de los objetivos del protocolo de Kioto.

Veamos, por ejemplo, en el gráfico adjunto, el caso de España (que tampoco es un

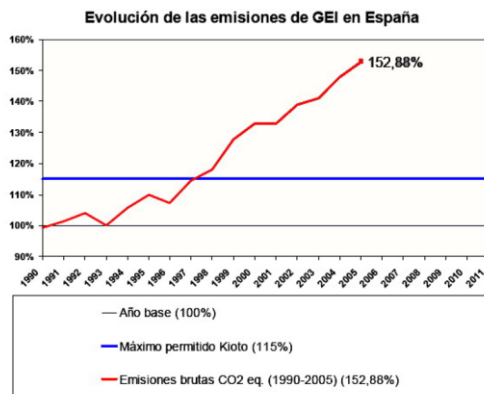


Fig. 1.1. Emisiones de GEI en España

e incluso la muerte, para prevenir una posible catástrofe humana futura.

(Gráfico disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreprov/4355/fichero/ANALISIS-DE-LA-TECNOLOGIA-DE-REDUCCION-EFECTIVA-DE-EMISIONES-DE%252F1.-INTRODUCCION-AL-PROBLEMA-DEL-CO2.pdf>)

Como dato local, en España, en 2018, se consumieron 141.4Mtep, un 0.95% del consumo mundial.

Datos en: <https://www.interempresas.net/Estaciones-servicio/Articulos/251773-El-consumo-energetico-en-Espana-crecio-un-1-8-por-ciento-durante-el-pasado-ano.html>

8.- NIVEL DE GENERACIÓN MUNDIAL DE CO₂

Según el Global Carbon Project, las emisiones mundiales de CO₂ en el año 2018 alcanzan la cantidad de 37 Gigatoneladas (Gtn).

(<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/19/highlights.htm>)

Una Gtn es igual a 10⁹Tn, es decir, mil millones de toneladas. Por otra parte, en el apartado tres, según datos de La Fundación para la Eficiencia Energética, el consumo anual de energía en todo el planeta ascendió a 14900Mtep en ese año. A falta de otros datos, podemos considerar que por cada Mtep de energía consumida, se emiten 37/14900= 0.002483221Gtn/Mtep= 2483221Tn de CO₂/Mtep, o dicho de otro modo, por cada Mtep de energía fósil que se reemplace por renovables, retiraremos de la atmósfera, en promedio, unas 2483221Tn (unos 2 millones y medio de toneladas) de CO₂. Para hacerse una idea de la magnitud de esta cifra, baste decir que las emisiones de CO₂ en España, durante el año 2018, fueron de 276047Ktn, es decir, un 11.11% de esa cantidad. Traducido a términos relativos, **España emite sólo el 0.75% del CO₂ mundial**. En el apartado anterior ya vimos que consume un 0.95% de la energía global, lo cual indica que lo hace un 26.27% más eficientemente que la media. Conviene valorar esto cuando hablamos de los sacrificios que se puede exigir al ciudadano español, en relación al fruto que se puede esperar de ellos, a menos que el compromiso sea a nivel mundial (única manera de que sea efectivo).

Datos en:

<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/espana>

Estos datos, cuya precisión no es lo importante sino su orden de magnitud, tratan de hacer consciente a la ciudadanía de que el problema del CC no se puede solucionar, simplemente cambiando coches de gasolina o diésel por vehículos eléctricos. **Ni sustituyendo la energía eléctrica procedente de combustibles fósiles, por energía procedente de las renovables.** Además de la energía eléctrica **hay que sustituir la mayor parte del CO2 generado en los procesos industriales de todo tipo, y en el gran transporte** (barcos, aviones, trenes y camiones), al menos en cifras significativas, que son los responsables de la mayor parte del CO2, y demás GEI, emitidos. De lo contrario, la concentración de los GEI seguirá aumentando como en efecto, lo están haciendo.

Decía Sun Tzu: - “Confiar en las tácticas, pero sin una estrategia global, es sólo armar ruido antes de la derrota”.

Es exactamente lo que estamos haciendo con el CC: **ruido mediático, acoso y culpabilización de la población, medidas de escaparate y subidas de impuestos.** Por esta razón la concentración de CO2, y de gases GEI, en general, **no para de aumentar**, y en realidad, todo el mundo está convencido de que seguirá haciéndolo hasta el desenlace final, sea éste, el que sea.

Es necesario hacer consciente a la población, de que todo lo que estamos haciendo con las renovables, es una gota de agua en un océano. O lo que es lo mismo, que NO estamos atacando el problema. Y nuestros gobernantes lo saben, o lo deben de saber.

9.- NECESIDADES TEÓRICAS DE INSTALACIÓN ENERGÍA EÓLICA

Vamos a referirnos, en primer lugar, por ser nuestro país y por tener suficiente información, a España.

En España, en 2018 se generaron 49570Gwh de energía, con una potencia instalada de 23507Mw. <https://es.statista.com/estadisticas/1004216/generacion-eolica-en-espana/>

Eso nos da una producción anual de 2.11Gwh de energía eléctrica generada por cada Mw de potencia eólica instalada. También nos dice que la potencia instalada podría generar al año: $23.507\text{Gw} \cdot 365\text{días} \cdot 24\text{horas/día} = 205921\text{Gwh}$ de energía, pero como sólo se obtienen 49570Gwh, esto nos dice que el rendimiento es del 24% (o que sólo funcionan el 24% del tiempo, el resto están reposo por falta de viento o mantenimiento). Este es un rendimiento normal, que suele estar entre el 20 y el 30%. Si tomamos un 25%, como promedio, esto significa dos cosas:

1.- **Por cada Kwh real de energía que necesitamos tenemos que instalar 4Kw de potencia real en aerogeneradores.**

2.- **Como esa producción no es continua, ni estable, si queremos eliminar las centrales de carbón, ciclo combinado o nucleares de soporte, para cuando falla, necesitamos poder almacenar energía, básicamente en forma de baterías, sales fundidas o agua elevada a razón de 3Kwh por cada 4Kwh que necesitemos, es decir, deberemos disponer de una capacidad de almacenamiento del 75% del total de la energía necesaria.** (Considerando siempre rendimientos del 100% en las transformaciones, hipótesis que no es real, pero estamos haciendo números del orden de magnitud, no exactos. En realidad, si quisiéramos tener energía almacenada con una seguridad del 150%, en previsión de muchos días sin viento, deberíamos almacenar $3\text{Kwh} \cdot 1.5 = 4.5\text{Kwh}$ de energía por cada Kwh que necesitemos, es decir, un $4.5 \cdot 100/4 = 112.5\%$ de la energía que se considera necesaria.)

Pasemos ahora de la dificultad y el coste de construir esa capacidad de almacenamiento (que haría que la inversión fuera ruinosa por sí misma), para estudiar el problema cuantitativo de cuántos aerogeneradores necesitaríamos, no ya para sustituir la energía fósil, eléctrica, actual, por energía eléctrica renovable, porque ya hemos visto que esa es la parte pequeña del problema de cara a la emisión de CO₂, sino para sustituir toda la energía que actualmente procede del petróleo o carbón, o sea, la parte del león (apartado 3).

En España, como se indicó en el apartado 7, en 2018, se consumieron 141.4Mtep, es decir: $141.4\text{Mtep} \cdot 11.63 \cdot 10^9 \text{Kwh/Mtep} = 1.64 \cdot 10^{12} \text{Kwh} = 1.64 \cdot 10^6 \text{Gwh}$ de energía total. De esa energía total, en electricidad se consumieron 268808Gwh. (Un 16.39% del total.)

Referencia: (https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2019/Avance_ISE_2018.pdf)

Insistimos, una vez más, que el problema del CO₂ no se solucionaría con sólo sustituir la energía eléctrica de origen fósil por renovables, sino que hay que intervenir en todas las fuentes que emiten CO₂ y gases de efecto invernadero (GEI), es decir, hay que sustituir carbón y petróleo que se queman por energía renovable no nuclear, y esto es varias veces la energía eléctrica que se precisa actualmente.

Vamos a hacer la hipótesis de que en España pretendiéramos suministrar con energía eólica el 40% de las necesidades energéticas (el resto lo dejaríamos para la fotovoltaica, hidráulica y biomasa). Eso significaría que necesitaríamos disponer de una energía eólica por valor de $0.40 \cdot 1.64 \cdot 10^6 \text{Gwh} = 656000 \text{Gwh}$, pero ya hemos visto antes que por la discontinuidad de esa energía necesitamos disponer de potencia instalada para 4 veces esa energía (sin considerar pérdidas por ningún concepto), es decir, como si necesitaríamos 2624000Gwh. Veamos cuántos aerogeneradores es eso.

Los aerogeneradores no paran de crecer. Hace unos años no llegaban a 0.5Mw de potencia, pero cada vez son mayores, y ya se proyectan de 5Mw (10 veces más), con un diámetro de palas de 150m, por término medio. Supondremos que todas las instalaciones son de este tipo, que generará al año un total de $5\text{Mw} \cdot 365 \text{días} \cdot 24 \text{horas/día} = 43800 \text{Mwh} = 43.8 \text{Gwh}$. (Consideramos que está todo el tiempo funcionando puesto que ya multiplicamos por 4 las necesidades de energía.) Esto significa que necesitaremos un total de:

$2624000 \text{Gwh} / 43.8 \text{Gwh/aerogenerador} = 59909$ aerogeneradores. **Supongamos 60000, para redondear, ya que no consideramos pérdidas.**

La siguiente pregunta, por una cuestión de espacio físico para tanto aerogenerador, es: **¿cuánta longitud ocuparán si los colocamos en línea?**

Sobre la distancia entre aerogeneradores hay varios criterios, desde dos diámetros de palas, en adelante, pero para grandes aerogeneradores, como los que estamos tratando, preferimos el criterio de eficiencia desarrollado por Charles Meneveau, estudioso de la dinámica de los fluidos en la Universidad Johns Hopkins, que estableció mediante modelos informáticos una distancia de 15 diámetros para los grandes modelos como el que consideramos. Referencia: <https://ideasmedioambientales.com/distancias-entre-aerogeneradores/>

Así que nuestros aerogeneradores los colocaremos cada $15 \cdot 150 \text{m} = 2250 \text{m} = 2.25 \text{Km}$. Si tomáramos distancias menores, perderíamos rendimiento y necesitaríamos más molinos, lo cual no es económico.

Así que nuestros 60000 aerogeneradores necesitarían una longitud de $60000 \cdot 2.25 \text{Km} = 135000 \text{Km}$, es decir, **3.38 vueltas a La Tierra por el ecuador**. Y dado que España tiene unos 1000Km de ancho (en realidad bastante menos, en promedio), **equivaldría a poner 135 fajas de aerogeneradores, de lado a lado, cada 7.4Km de distancia. ¿Se empiezan a imaginar la magnitud del problema del que estamos hablando?** Pues este tipo de cálculos

es el que hay que hacer cuando realmente se quiere acabar con un problema, en este caso el CC, en lugar de ir promocionando, a palo de ciego, unos tipos de energías en detrimento de otras, sin calcular necesidades ni efectos positivos o negativos. Sólo hacer propaganda de que se han retirado tantas Tn de CO2 del aire sin indicar que eso es como el problema del niño de San Agustín, que quería meter el mar en un pocito. Y peor aún, si esa propaganda se utiliza para criminalizar a la ciudadanía y justificar subidas de impuestos, para financiar foros internacionales, institutos varios, y demás colectivos que se han apuntado a vivir de esta estafa sin atacar realmente el problema ni informar a la gente de la realidad del mismo.

Claro que alguien podría objetar que podríamos colocar los aerogeneradores más cercanos, pero aunque los pusiéramos a la mitad, o a la cuarta parte de esa distancia sin pérdida de rendimiento, la solución sería igualmente impracticable desde el punto de vista físico.

Y si esto pasa con España, ¿qué pasaría si quisiéramos extender la solución a todo el mundo? Pues no voy a aburrir al lector con nuevos cálculos, pero la información ya está para quien quiera repetirlos, así que daré solamente los resultados.

-Si quisiéramos convertir el 40% de la energía consumida mundialmente de 14900Mtep (2018, apartado 3) en eólica, **necesitaríamos 6.33 millones de aerogeneradores**, los que dispuestos cada 2.5Km, **darían 356 vueltas a La Tierra**. Pero si quisiéramos un mundo más justo, con un consumo promedio al de los países de la OCDE, necesitaríamos tres veces más, es decir, **19 millones de aerogeneradores que darían 1068 vueltas a La Tierra**. **Y no olvidemos que la solución del problema será global o no será**. No basta con que los países avanzados dejen de emitir CO2 si el resto del mundo no lo hace.

Como vemos, la solución al problema es imposible con sólo energías renovables. Y repito de nuevo. No solamente habría que construir esa capacidad de generación de energía, sino que como se ha dicho antes, **habría que construir también las instalaciones (baterías, sales fundidas o agua elevada, básicamente), para almacenar todas esas necesidades energéticas** para las horas de inactividad del viento. Otro problema físicamente imposible de solucionar.

Pero... **¿Cuántas centrales nucleares harían falta para conseguir ese mismo objetivo?**

Si con los aerogeneradores hemos considerado los de última generación, lo haremos también con las centrales nucleares, de tipo EPR (Reactor Europeo Presurizado), como la de Olkiluoto 3, en Finlandia, que tiene una potencia de 1600Mw, es decir, que una de estas centrales equivale a $1600/5 = 320$ aerogeneradores de 5Mw, pero como hemos dicho que su período de eficiencia es del 25% del tiempo, por las pausas de viento, siendo la central nuclear prácticamente estable el 100% del tiempo, ese número habrá que multiplicarlo por 4, es decir, **una central nuclear equivaldría a 1280 aerogeneradores**.

Esto nos dice que en España, serían suficientes $60000/1280 = 47$ centrales nucleares, que se podrían colocar en muy poco espacio.

Y para todo el mundo, bastarían $19\ 000\ 000 / 1280 = 14844$ centrales nucleares.

Teniendo en cuenta que se tardan, al menos 5 años en construir una de ellas (aunque este tiempo sería drásticamente reducido si se produjeran en serie), tendríamos que empezar ya, **si realmente quisiéramos llegar a tiempo para resolver el problema del CC**.

10.- EFECTOS SOBRE EL CLIMA DE LAS INSTALACIONES EÓLICAS

En el apartado anterior hemos hecho un estudio sobre un cálculo de las necesidades de energía eólica a instalar para acabar, prácticamente, con el peligro de las emisiones de CO₂, reduciéndolas significativamente, pero todavía no por debajo de la época preindustrial (faltaría calcular las necesidades de energía fotovoltaica y de biomasa, e hidráulica, para completar la solución y volver a esa época en cuanto a emisiones de gases GEI, pero los cálculos nos darían instalaciones disparatadas, como en el caso de la eólica, que no repito, porque ya se ha demostrado que es una vía muerta, **y trabajar en cualquier dirección que no lleva a la solución del problema es perder el tiempo**).

Pero supongamos de nuevo, que fuera posible construir todos esos aerogeneradores. **¿Es que creemos que extraer toda esa energía del aire no tendrá consecuencias climáticas?** ¿Es que pensamos que los vientos, al perder toda esa energía cinética no se ralentizarán hasta el punto de que el desplazamiento de las nubes y tormentas no se reducirá drásticamente provocando cambios climáticos imprevisibles? ¿Es que volvemos a creer en una atmósfera infinita, como antes creímos en un planeta infinito y en unos mares capaces de absorber toda la basura que les quisiéramos verter?

Pues si la atmósfera es infinita, sigamos tirando en ella el CO₂ y los GEI que queramos, ¿no?

Pero parece ser que todos los estudios, y los informes de los científicos del CC, nos dicen que el paso de una concentración de 290 ppm de CO₂, antes de la revolución industrial, a casi 400 ppm en la actualidad (110 moléculas más de CO₂ por millón de moléculas), es la causa del Cambio Climático que nos ha llevado a esta histeria colectiva que produce, en mucha gente, la amenaza de un problema que se presenta como de magnitudes cósmicas (salvar el mundo). Y es muy probable que el problema no sea tan grave como lo pintan, pero en cualquier caso, no lo suficiente como para no estudiarlo y prevenirlo. **Y lo que esto nos demuestra es que la atmósfera es extraordinariamente sensible a las modificaciones que introduzcamos en ella.**

Si es de irresponsables no prevenir el efecto invernadero provocado por los GEI, igualmente es de irresponsables, o mucho peor, no estudiar los efectos de sacar ingentes cantidades de energía de esa misma atmósfera que queremos proteger.

Y las instalaciones fotovoltaicas también necesitarían miles de Km² de superficie instalada (a parte de sus correspondientes y ciclópeas instalaciones de almacenamiento de energía para los momentos de falta de luz solar). En España tenemos una radiación media de entre 3 y 6 Kwh/m² de energía al día. Es decir, que con la radiación de un día/m² podríamos tener una estufa de 1Kw encendida de 3 a 6 horas al día. Y eso es todo. Al final, con tanta placa, acabaríamos cambiando el albedo de La Tierra, y con él, el clima.

Y todo lo anterior, está referido a las necesidades del 2018, que proyectadas al 2035 o 2050, deberían considerar el aumento de necesidades energéticas que el desarrollo mundial exige para que sea posible.

Afortunadamente, no soy el único que previene sobre este aspecto del problema. También el periodista y divulgador científico Jorge Alcalde llamó la atención sobre este punto, en un artículo que publicó en 2011 (lo guardo desde entonces), y que reproduzco entero en el siguiente apartado, por si el enlace se pierde.

11.- ¿Y SI LAS RENOVABLES NO FUERAN RENOVABLES?

<https://www.libertaddigital.com/opinion/fin-de-semana/y-si-las-renovables-no-fueran-renovables-1276238899.html>

Por Jorge Alcalde, Libertad Digital. 2011-04-15

Un mundo sin energías renovables sería un mundo peor. Carece de sentido plantearse un futuro energético que no pase por una apuesta seria por las llamadas energías alternativas. "Sería" quiere decir que esté basada en la evidencia científica, que surja a partir de estrategias valientes de investigación y desarrollo, que se adapte a las necesidades de cada mercado, que contemple la convivencia con otras fuentes de energía y, sobre todo, que no esté pervertida por una burbuja de subvenciones, que caen en el sistema como patatas en saco roto.

Pocos expertos estarían dispuestos a no comprar estos argumentos. Pero he aquí que en los últimos meses el debate ha venido a salpimentarse con la aportación provocadora, hereje y seguro que recolectora de todo tipo de odios de Axel Kleidon, investigador del Instituto Max Planck de Bioquímica de Jena (Alemania). La revista New Scientist acaba de dar voz a las teorías de este Pepito Grillo, que básicamente se resumen en una idea:

Es un error pensar que el viento y las olas del mar son energías renovables. Al contrario: se gastan, y su uso intensivo puede tener efectos tan devastadores sobre el planeta como el peor de los cambios climáticos.

En palabras sencillas, Kelidon cree que existe una cantidad limitada de recursos energéticos procedentes del viento y del mar. La tentativa del ser humano de extraer energía mediante aerogeneradores o, más a largo plazo, turbinas mareomotrices afectará al equilibrio natural de ambos medios.

En algún momento, el aumento de las plantas generadoras de energía eólica podría provocar distorsiones en el patrón de los vientos, cambios en el régimen de precipitaciones y modificaciones en estructuras atmosféricas que conducirían, incluso, a una variación en la cantidad de energía recibida por radiación del Sol.

¿Nos lo creemos? Según New Scientist, sus argumentos descansan en las leyes de la termodinámica, que apuntan a la posibilidad de que sólo podamos explotar industrialmente una fracción pequeña de la energía que nos llega desde el Sol.

Porque no debemos olvidar que buena parte de la energía que mueve los molinos de viento es, en realidad, solar. Cuando la radiación del astro rey impacta en la atmósfera, parte de ella calienta el gas y el agua de la superficie, genera corrientes e intercambios térmicos, favorece la evaporación o el movimiento de las masas de aire...; regula, en suma, el clima terrestre mediante el trasiego del viento y del líquido elemento.

En términos muy básicos, el modelo de energía de la Tierra funciona de este modo. La radiación solar transmite ingentes cantidades de energía a la atmósfera. Pero una parte muy importante de esa energía no puede ser aprovechada: se disipa en forma de calor. La porción utilizable de esa energía es muy pequeña. Y es ésta precisamente la que podemos convertir en electricidad, calor o alimento a través de procesos como la fotosíntesis de las plantas, la quema de combustibles fósiles o el aprovechamiento de los rayos de sol –en células fotovoltaicas–, los vientos –con aerogeneradores– o las olas –con generadores de energía mareomotriz.

Kleidon informa de que actualmente los seres humanos extraemos energía del planeta a razón de unos 47 teravatios. De ellos, cerca de 17 se obtienen mediante la quema de combustibles fósiles. Si tratamos de sustituir los combustibles fósiles por fuentes renovables, será necesario construir suficientes instalaciones solares, eólicas y demás como para generar tal cantidad de energía.

¿Está el planeta preparado para ello? Kleidon cree que no. "La extracción a gran escala de energía del aire tendrá inevitablemente un impacto grave sobre la atmósfera".

¿Y a qué impacto se refiere? El bioquímico teme importantes cambios en las precipitaciones, turbulencias atmosféricas y distorsiones en el impacto de radiación solar. "La magnitud de estos cambios podría equipararse al efecto que tendría sobre el clima doblar las emisiones de CO₂".

Por supuesto, el trabajo de Kleidon no es más que una propuesta que debe superar ahora el duro escrutinio de sus compañeros científicos. Y más le vale atarse los machos, porque, como cabía esperar, al haber metido el dedo en el ojo de la intocable industria de las renovables, ya han empezado a caer sobre él las más feroces críticas.

Es cierto que en su favor han declarado algunos científicos expertos en clima de, entre otras, las universidades de Exeter y Reading. Es cierto que la propia revista New Scientist (nada sospechosa de pertenecer a lobby energético alguno) advierte: "Si no se piensa en estos términos, podemos estar cometiendo un error a la hora de valorar la capacidad humana de extraer energía". Pero también es cierto que no han faltado las matizaciones al modo en el que Keidon ha tomado sus datos.

Básicamente, buena parte de las críticas que le llegan se centran en que, si bien la base teórica general de sus planteamientos es correcta, el acopio de evidencia estadística que aporta es bastante perezoso.

Su trabajo ha servido, al menos, para levantar alguna ampolla. Y, sobre todo, para clamar, en medio de la comunidad científica, que el dogma de las energías renovables también es discutible. ¿Le dejarán seguir diciéndolo?

12.- CONCLUSIONES A LA ALTERNATIVA DE SÓLO RENOVABLES

Ya hemos visto que solamente en los países de la OCDE necesitaríamos multiplicar por 13 las instalaciones de generación de energías renovables para poder encarar, con perspectivas de éxito el CC (admitiendo que se debe al exceso de producción de GEI), y que estamos muy lejos de conseguirlo, **ya que es una tendencia general el aumento anual en la generación de esos gases** porque las antiguas sociedades del Tercer Mundo, en especial, están progresando y saliendo de la pobreza, y también los países de la OCDE están aumentando la generación de GEI, en especial CO₂. Los datos que nos proporciona el Global Carbon Project no dejan lugar a dudas, como puede leerse aquí:

<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/19/highlights.htm>

Global CO₂ emissions from fossil fuels and industry have increased every decade from an average of 11.4 GtCO₂ in the 1960s to an average of 34.7±2/year during 2009-2018. Emissions in 2018 reached a new record high of 36.6±2 GtCO₂ with a share of coal (40%), oil (34%), gas (20%), cement (4%), and flaring (1%).

Así que mientras se insiste machaconamente en “concienciar” a los ciudadanos sobre la necesidad de consumir menos y más eficientemente, **subiendo los impuestos al transporte privado y otras medidas de presión sobre éste**, se da la espalda a la realidad del problema, que tiene, al menos, dos caras:

1ª.- La generación de GEI se produce en los sistemas de transporte y productivo en más de un 90% de su totalidad (apartado 3 de este estudio), y abordar su supresión en serio, **sin alternativa energética**, provocaría una crisis mundial que ningún gobierno podría resistir.

2ª.- La alternativa de sustituir energía fósil por renovable se está demostrando **enormemente insuficiente** en los países de la OCDE, donde los objetivos no pasan de un intento de sustituir **únicamente energía eléctrica fósil por renovable**, poniendo el acento sobre el coche eléctrico y el consumo privado que ya hemos visto que no son muy significativos frente al problema global de los GEI.

Y esto es así por tres causas:

a.- Las energías renovables tienen poca potencia frente a las necesidades del transporte e industria.

b.- Las energías renovables son discontinuas. Son perfectamente esperables períodos de inactividad por falta de viento o luz solar, y los sistemas de almacenamiento previsorio (baterías, sales fundidas o agua elevada), serían mastodónticos para sustituir las necesidades energéticas del transporte e industria actualmente resuelta con hidrocarburos o nuclear.

c.- Las energías renovables son muy caras. Ya se está pagando su sobre coste en la factura de la luz, pero si fueran suficientes para atender todas las necesidades energéticas, **con su sistema de almacenamiento** para los momentos de inactividad, su coste sería astronómico e inasumible para los países de la OCDE, y por supuesto, **lo son actualmente** para los países en vías de desarrollo o muy atrasados. Y ya hemos visto que son físicamente imposibles.

La solución del problema a nivel global, por tanto, exige una fuente de energía que sea lo suficientemente POTENTE para sustituir toda, o casi toda, la energía fósil. Que sea ESTABLE y que sea BARATA. Estas tres condiciones sólo las cumple la energía nuclear, ya sea la actual de fisión (uranio, y torio que se podría implementar ya, en fase de transición) o la futura de fusión de hidrógeno.

13.- LA SOLUCIÓN HA DE SER GLOBAL.

Ya he repetido varias veces, a lo largo de este estudio, que no podemos olvidarnos del problema energético de los países en vías de desarrollo porque de ninguna manera ellos estarán dispuestos a renunciar a su progreso para que nosotros podamos seguir cómodamente emitiendo CO₂ y gases GEI a la atmósfera, manteniendo nuestro modo de vida. Pretender eso, aparte de totalmente injusto, sería absurdo desde el punto de vista de esos países. En su situación, no están para florituras ecologistas, y dirán con razón: -Ustedes han creado el problema, ¡pues soluciónenlo! Y seguirán quemando combustibles fósiles **si no se les proporciona una alternativa energética** que les permita seguir el camino de progreso material y social que Occidente ha disfrutado.

Por otra parte, esa alternativa energética es igualmente necesaria para Occidente si no quiere caer en el estancamiento primero, y después en una crisis global apocalíptica cuando los hidrocarburos sean insuficientes. (Es seguro que antes nos pondremos a quemar carbón, pase lo que pase con el CC.) Y hemos visto, también, que las llamadas renovables de ninguna manera podrán suplir la energía fósil que actualmente necesitamos, y que si ese milagro fuera posible, provocaríamos, con toda seguridad, un cambio climático probablemente peor que el que tratamos de evitar.

Pero para terminar este apartado, prefiero traer otro testimonio premonitorio, que ya por el 2010 llamaba la atención sobre este aspecto. Y lo hace, no calculando los Mtep de energía suplementaria necesaria para igualar consumos entre humanos, sino traduciendo a equivalente en personas el exceso de consumo energético de los individuos occidentales sobre los de los países en desarrollo. Un razonamiento del tipo: -Si los occidentales consumieran como un ciudadano medio del resto del mundo, ¿cuántos individuos tendría que haber para que el consumo fuera el mismo? Y esa perspectiva también es muy interesante. Al final pongo el enlace. Es de pago, pero dado el tiempo transcurrido, y el objetivo perseguido, espero que me perdonen que lo transcriba en su totalidad.

Periodismo de opinión en Reggio's

¿Todos ricos?, de Mariano Marzo en La Vanguardia (19-01-2010)

En este mundo globalizado en el que nos ha tocado vivir, cerca de un 80% de la población suspira por alcanzar las cotas de bienestar de las que disfruta un ciudadano medio de los países desarrollados. Pero, para hacer realidad su sueño, a todas luces legítimo, los aspirantes deben cumplir un requisito imprescindible: igualar, o como mínimo aproximar, su consumo energético al de los países que pertenecen al selecto club de los privilegiados. ¿Es eso factible? ¿De qué cantidad de energía estaríamos hablando?

Para responder a estas cuestiones conviene hacer cuentas. Un habitante de EE. UU. consume anualmente unas 7,9 toneladas equivalentes de petróleo (Tep), mientras que el consumo medio por persona en el mundo es de 1,68 Tep (casi cinco veces menos). Teniendo en cuenta que la población del planeta se acerca a los 6.700 millones de personas, si aplicásemos la tasa de consumo energético per cápita de EE. UU. al conjunto de los habitantes del mundo, obtendríamos un resultado equivalente al de un planeta poblado por algo más de 31.500 millones de almas consumiendo energía según el patrón mundial promedio actual.

Probablemente, tomar como referencia el consumo anual de un ciudadano de EE. UU. no sea una buena idea; básicamente, porque dicho consumo constituye un claro ejemplo de derroche, propiciado por la gran extensión del país, su condición de superpotencia económica y militar, así como por las condiciones climáticas extremas de algunos de sus estados. Quizás fuera más apropiado fijarse como objetivo un consumo por persona más moderado, como el promedio de un habitante de la UE, que a fin de cuentas no vive peor que un estadounidense a pesar de que su gasto energético se reduce a menos de la mitad, situándose en unas 3,58 Tep por año (el de España es de 3,08 Tep). En este caso, el ejercicio de equivalencia formulado en el párrafo anterior arrojaría el resultado de un planeta habitado por cerca de 14.300 millones de personas.

Para calibrar la cantidad de energía requerida por los países en desarrollo para que sus ciudadanos puedan seguir ascendiendo por la escalera del bienestar, otro dato de interés es que los consumos energéticos anuales per cápita de algunas de las grandes económicas emergentes, como Brasil (1,2 Tep), China (1,54 Tep) e India (0,39 Tep), todavía se sitúan por debajo del promedio mundial. Con el agravante de que entre los tres totalizan 2.585 millones de personas, de los cuales 1.300 millones corresponden a China y 1.095 millones a India

Las perspectivas no son halagüeñas. Pero siempre nos queda el recurso de apelar al optimismo, argumentando que el futuro nunca resulta ser como lo habíamos imaginado y que, con un poco de suerte y la oportuna inversión en I+D, quizás seamos capaces de repetir

el milagro de la multiplicación de los panes y los peces, evitando así acabar a la greña por la energía. Aunque, con toda seguridad, de lo que nadie nos va a salvar es de pagarla cada vez más cara.

Publicado por Reggio's

19 Enero, 2010, a las 9:07 am

<http://elcomentario.tv/reggio/%C2%BFtodos-ricos-de-mariano-marzo-en-la-vanguardia/19/01/2010/>

14.- ENERGÍA NUCLEAR: LA ÚNICA ALTERNATIVA.

Ya hemos visto, en los anteriores apartados, que **las renovables no pueden, por sí solas, afrontar el problema de las necesidades energéticas que el desarrollo de la Humanidad necesita** y al mismo tiempo, sustituir la energía procedente de combustibles fósiles y eliminar, así, la emisión de CO2 y gases GEI que ponen en peligro su futuro. Cuantificando el problema llegamos a la conclusión de que esa vía nos lleva a un imposible físico de instalaciones de renovables, pero que incluso si ese problema fuera superable, podríamos esperar una respuesta climática quizás, muchas veces peor que la que suponemos por el llamado calentamiento global. A fin de cuentas, el aumento de temperaturas puede ser catastrófico en territorios que ahora gozan de temperaturas suaves, pero una bendición en otros, como por ejemplo las zonas circumpolares, y las especies vegetales y animales, incluida la humana, se reajustarán a sus nuevas zonas de confort.

Visto lo anterior, en el horizonte de que disponemos, **la única alternativa que conocemos** (sean cuales sean sus riesgos, que no es mi objeto entrar aquí en ese terreno, ni en el de sus posibles soluciones), **es la de la energía nuclear, ya sea de fisión o de fusión**. Y quisiera que quien no esté de acuerdo con este postulado, se despojara de cualquier ideología o apego a cualquier prejuicio, **y aportara argumentos y soluciones científicas**, en lugar de portazos o descalificaciones que sólo prueban que no se tienen razones ni respuestas. Porque nada hay más satisfactorio que rebatir, racionalmente, algo en lo que no creemos. Quien no lo hace, cae en la pereza intelectual y pierde la ocasión de rebatir, con hechos empíricos y argumentos racionales, lo que pudiera ser un error en tales planteamientos. Y por lo mismo, caería en la irresponsabilidad en materia tan transcendental para el futuro de la Humanidad.

La energía nuclear civil encierra riesgos potenciales muy elevados, es verdad **aunque hasta el momento se haya manifestado, con una gran diferencia, como la que menos víctimas ha causado a lo largo de los casi 70 años en que la venimos utilizando** (en el siguiente apartado aportamos una imagen de peligrosidad relativa, experimentada, de los diferentes tipos de energía). Así que la podemos controlar hasta el nivel de exigencia que se considere razonable, porque la vida es asunción de riesgos y sus probabilidades. Como cuando subimos a un vehículo o simplemente caminamos por la calle, **pero está en la naturaleza de todos los seres vivos asumir riesgos y superarlos. ¡Porque están ahí!** De hecho, cuando el primer ser humano se adentró en el océano, lo hizo movido por el mismo espíritu que obliga al hombre, de cualquier época, a avanzar, asumiendo riesgos, para satisfacer sus necesidades materiales o de conocimiento. Habrá bajas por el camino -las habrá por cualquier camino-, pero al final, la especie triunfará con muchas más probabilidades de las que tendría si se quedara quieto, atado por sus miedos o su cómodo conservadurismo.

Y a partir de este punto entramos en lo filosófico. Tienen razón quienes dicen que **no se puede crecer infinitamente en un mundo finito**, pero también quienes decimos que **nadie es feliz decreciendo** -decrecer, en todo ser, es el preludio de la muerte-. Es más feliz el que teniendo diez, gana uno y pasa a once, que el que teniendo cien, pierde uno y pasa a noventa y nueve. **Y es una contradicción en los términos hablar de desarrollo sostenible. O se crece o se decrece.** No hay nada estático en el Universo. Sólo se puede crear, desde una perspectiva temporal muy limitada, que podemos alcanzar un equilibrio estático. Eso implicaría controlarlo todo (número de individuos de cualquier especie, vegetal o animal, y su actividad hasta el último julio de energía). No podría imaginarse mayor dictadura. Y aun así, la termodinámica nos dice que fracasaría. La entropía aumenta inexorablemente con cada proceso.

Así que en este mundo finito, si no hacemos más, llegará inevitablemente el colapso con consecuencias que empequeñecerán cualquier catástrofe nuclear que ridiculice la ya irreplicable de Chernóbil. Si la Humanidad no se hace tecnológicamente capaz de abandonar el planeta a su voluntad, está abocada a ese destino cuando se agoten los recursos.

Y esto nos lleva a otra conclusión: sólo la energía nuclear podrá hacer posible la conquista del Sistema Solar (SS) en primer lugar, y después del espacio, tanto si hiciera falta como si no (que la hará, ¡porque está ahí!), y de ese modo, liberar a la Humanidad del destino del planeta en el que nació.

Pero la sola posibilidad de abandonar el planeta y viajar, en un tiempo razonable a cualquier objeto del SS ya abre, para el ser humano, perspectivas psicológicas muy interesantes. **El Hombre ha evolucionado, y se ha movido, hasta finales del siglo XIX en un mundo de horizontes que creía infinitos.** Es decir, creía que siempre podría ir más allá. En definitiva, que **podría soñar** con lo que su ambición personal le sugiriera. El mundo actual, de repente tan diminuto, ha cercenado su capacidad de soñar con el infinito, y lo está volviendo a lo pequeño. A lo local. A lo tribal. **Pronto, cuando la población sea mucho más numerosa, y los recursos mucho más limitados, se volverá contra sí mismo en lucha por la supervivencia con una virulencia que desconocemos, porque el derrotado, por primera vez, no tendrá a donde huir. ¡Estaremos acorralados en el propio planeta!**

Así que no solamente necesitamos la energía nuclear desde un punto de vista material, sino incluso filosófico, para poder seguir creyendo en el progreso indefinido de la Humanidad y realizándolo. Progreso en el que en realidad, se basan todos los conceptos de respeto al otro, de los Derechos Humanos y de la Democracia. Todo eso no puede existir en un mundo decreciente ni en un mundo subdesarrollado, y la realidad lo denuncia a gritos cada día.

Así que necesitamos la energía nuclear ineludiblemente. Y además, es que lo racional es buscar las cosas donde están en su mayor concentración, no donde se encuentran dispersas y en cantidades insuficientes. **¡Y la energía está en el núcleo del átomo en cantidades que ridiculizan cualquier otra fuente!**

¡Esa es la realidad!

15.- PELIGROSIDAD RELATIVA SEGÚN TIPOS DE ENERGÍA

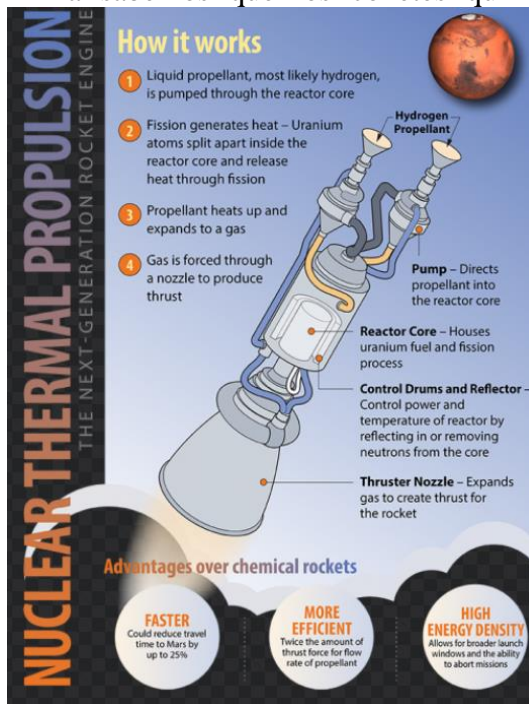
En la siguiente imagen, que tomo de un tweet de Xavier Dengra i Grau, podemos comprobar que la peligrosidad relativa de la energía generada, según la fuente (muertos por Tera vatio hora (Twh) generado) es, en la nuclear, la más favorable con diferencia. Es decir, estamos matando gente por no apostar por esta energía.

<https://twitter.com/xavidegr/status/1217145038175723520>



16.- ENERGÍA NUCLEAR Y VIAJES ESPACIALES.

Ya sabemos que los cohetes químicos, como los actuales, necesitan cantidades enormes de combustible solamente para abandonar el planeta. A partir de ahí las naves vuelan inercialmente, sin consumir energía (porque no la llevan, ni podrían, para ese objeto, sino para sistemas y orientación), y por esa razón, hacen falta años para llegar a los planetas del SS con todos los problemas que significan para la salud de los pilotos esos largos tiempos de ingravidez.



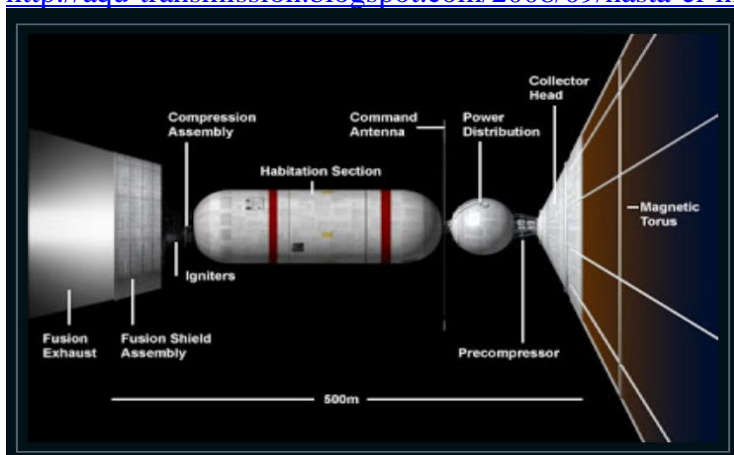
Pero imaginemos que disponemos de un motor atómico de fisión o de fusión. No es una utopía. Ya existen ideas al respecto. Internet está llena de ellas. Por ejemplo, en el enlace siguiente, del cual sacamos la imagen adjunta podemos ver una serie de diseños, de varios tipos, de un motor de fisión que ya podríamos construir:

https://www.google.com/search?q=nuclear+thermal+propulsion&client=firefox-b-d&source=lmms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjfYrrKiTnAhUIDGMBHamOBsIQ_AUoAuoECA4OBA&biw=1536&bih=710

Pero este motor no es lo último. Muchísimo mejor sería un motor de fusión de hidrógeno. Con él podríamos construir naves inmensas, como los actuales buques de transporte, llevando, en un espacio muy reducido, el suficiente hidrógeno fusionable para permanecer meses, o años, en el espacio y poder viajar a lo largo y ancho del SS en unos días, y sin efectos sobre la salud humana. En el siguiente punto hablaremos de esto, pero ahora vamos a poner un ejemplo de un motor de este tipo, que además, puede ir recogiendo por el espacio el propio combustible que necesita, en teoría, para estar viajando indefinidamente sin repostar. No es Ciencia Ficción (algo que no puede ser ni hoy ni nunca), sino proyección futura de la Ciencia. Julio Verne no hizo Ciencia Ficción, sino proyección futura. Sus sueños ya son reales.

En el siguiente enlace tenemos una idea de lo que sería este motor que algún día construiremos si la Humanidad no se empeña en volver atrás, a un falso paraíso primitivo que nunca existió.

http://aqu-transmission.blogspot.com/2008/09/hasta-el-infinito-y-sin-repostar_22.html



17.- TIEMPOS DE ACCESO A LOS OBJETOS DEL SISTEMA SOLAR

Hasta ahora, cuando nos hablan de viajes a objetos del Sistema Solar (planetas, satélites, asteroides, etc.), de inmediato pensamos en viajes que duran muchos años, algo que hace implanteable el uso comercial de estos desplazamientos, porque ni la naturaleza humana está preparada para tan largos períodos de ingravidez, ni tampoco, los costes, compensarían el retorno de la inversión. Hasta ahora, con proyectos de miles de millones de euros, enviamos unas pequeñas naves que básicamente se limitan a observar. Lo hacemos, simplemente, y por ahora, por nuestra sed de saber. Pero... **¿Y si se pudiera viajar a Marte en cuatro días o a Plutón, o a cualquier punto del SS, en menos de tres semanas, y encima, viajando sin notarlos, como si estuviéramos en la superficie de La Tierra?** ¿No cambiaría eso nuestra mirada sobre los viajes dentro del SS y nuestras expectativas de futuro? ¿Acaso el SS no es infinito en recursos, para nosotros, y volvería a hacer infinitos nuestros horizontes mentales empequeñeciendo los problemas que ahora tenemos y los que tendremos cuando se manifieste, en todo su rigor, una crisis de combustibles fósiles o de otros recursos básicos para nuestro desarrollo?

Pues todo eso, esa forma de viajar, lo podría hacer posible la energía nuclear. Y eso es lo que pretendo demostrar a continuación.

En primer lugar debemos comprender que el tiempo de duración del viaje de nuestras naves de exploración no es consecuencia de ninguna ley física, sino del hecho de que no llevan combustible para viajar con el motor permanentemente encendido, como lo hacemos cuando nos desplazamos en un coche. En el espacio no hay rozamiento y basta con darle un empujón a cualquier objeto y a partir de ahí, seguirá en desplazamiento sin ningún gasto de energía. Es como se mueven los planetas y todos los astros del Universo.

Si quisiéramos viajar, con nuestros cohetes químicos permanentemente encendidos, estos deberían medir kilómetros para almacenar el combustible necesario. Esto no es viable con energía química, pero sí con energía nuclear. Un cohete de este tipo podría llevar depósitos de combustible nuclear de un tamaño, muy razonable y por tanto, podría desplazarse acelerando continuamente hacia su objetivo, apuntando directamente a su punto de encuentro, en lugar de moverse por un impulso inicial. Esto tiene dos efectos:

1.- El primero es que acortaría la trayectoria de una manera radical. Podría viajar casi en línea recta hasta el punto de intersección de las trayectorias.

2.- El segundo es que, cuando un móvil está acelerando permanentemente, somete a todo lo que acelera a una fuerza que es la que todos hemos notado en un vehículo, cuando éste aumenta su velocidad. Es esa fuerza que nos echa hacia atrás en el asiento. Y este efecto se puede aprovechar para eliminar la ingravidez en los vuelos espaciales.

En La Tierra, cualquier cosa está sometido a su propio peso (gravidez), que es una fuerza que la aceleración de la gravedad (llamada $g=9.81\text{m/s}^2$) genera al aplicarse sobre nuestra propia masa. Dicho de otra manera: todos tenemos una masa que no varía, ya estemos sobre La Tierra o en el espacio, pero cuando a esa masa se le aplica la aceleración de la gravedad, aparece una fuerza llamada peso, que es con la que todos nuestros músculos y órganos están acostumbrados a vivir. En el espacio $g=0$, y perdemos el peso, pero **si nos subimos a una nave que acelera, o desacelera (frenar), permanentemente a $1g$, nuestro cuerpo se verá sometido a una fuerza exactamente igual al peso que estamos acostumbrados a soportar sobre La Tierra.** En la práctica, **ni notaríamos que estamos viajando en una nave espacial**, del mismo modo que ahora no notamos que estamos viajando en una nave espacial llamada Tierra. En esas condiciones, podríamos permanecer indefinidamente en el espacio, por razón de ingravidez, ya que la habríamos anulado.

Cabe preguntarse si acelerar a 1g es mucho o poco para un motor, y la respuesta es muy sencilla: es algo que casi puede alcanzar un coche potente, como un Fórmula 1 (podría, y más, si consiguiera agarrarse lo suficiente al piso, para no derrapar), y por supuesto, cualquier avión. Es algo técnicamente superado. Un cohete, al despegar alcanza de 3 a 4g normalmente. Entonces... ¿Cuál es el problema? Pues sencillamente, que el combustible se agota en poco tiempo, y necesitaríamos depósitos inmensos para plantearnos un viaje espacial de este tipo con cohetes químicos. **Necesitamos un combustible miles de veces más poderoso para poderlo llevar en depósitos miles de veces más pequeños**, y este combustible, esta densidad energética, sólo se encuentra en el núcleo del átomo. Es decir, estamos hablando de energía nuclear. Sin ella, la conquista del SS solar es imposible o anecdótica.

Así que el tipo de viaje que estoy describiendo sería como sigue:

-Subimos, por ejemplo, a una nave, tamaño buque contenedores (un carguero de **100000Tn**, por ejemplo), con destino a Marte, previamente cargado en la ingravidez (o no), **que acelera CONTINUAMENTE a 1g**. Todo lo que hay en ella es sometido a una fuerza igual al peso que tenía sobre La Tierra. **Podremos caminar sobre sus plataformas como si lo hiciéramos por las calles de nuestra ciudad**, sin notar ningún desplazamiento.

Calculamos la trayectoria de intercepción con Marte, prácticamente recta (corrigiendo la deriva gravitacional como un avión corrige la deriva por el viento). A mitad de camino dejamos de acelerar y damos la vuelta a la nave (momento de ingravidez). A partir de ahí **comenzamos a frenar CONTINUAMENTE a 1g**. De nuevo nos encontraremos como en La Tierra, sometidos a nuestro propio peso, hasta llegar al punto de intersección de las trayectorias de la nave y el planeta a una velocidad tangencial igual a la de éste, para poder aterrizar con suavidad o esperar el embarque y desembarque desde el planeta mediante naves menores de transporte local.

- ¿Molestias físicas?: **Ninguna.**
- Tiempo medio empleado en el viaje a Marte: **¡Menos de cuatro días!**
- Energía consumida: **una barbaridad**, pero prácticamente sin coste. El hidrógeno fusionable es muy abundante en La Tierra y en el propio SS.

En la siguiente imagen, de una hoja Excel, he realizado los cálculos (simplificados a la física newtoniana), de los tiempos que esa nave necesitaría para llegar a diferentes objetos del SS. Las bajas velocidades con respecto a la de la luz (7898Km/s para ir al centro del Cinturón de Kuiper, menos del 3% de esa velocidad), nos permiten prescindir de los efectos relativistas. Y dado el bajo porcentaje de la masa de combustible nuclear respecto de la de la nave, podemos prescindir también de la pérdida de masa de la nave por su consumo.

CÁLCULO DE TIEMPOS DE VIAJE, CONSUMOS DE ENERGÍA Y VELOCIDADES DE UNA NAVE ESPACIAL EN EL SISTEMA SOLAR ACCELERANDO A 1g									
a = aceleración = 1g = 9.81m/s ²		d = distancia		t = tiempo					
Fórmulas del movimiento uniformemente acelerado:				v = at		d = at ² /2		t = SQR(2d/a)	
Masa de la nave: 100.000Tn = 10 ⁸ Kg				Energía consumida = m·g·d					
DESTINO	DISTANCIA (Km) MEDIA AL SOL	DISTANCIA (Km) MEDIA A LA TIERRA	TIEMPO MEDIO DE VIAJE (DÍAS)	ENERGÍA (Kwh) CONSUMIDA (Nave de 100000Tn)	ENERGÍA (Mtep) CONSUMIDA (Nave de 100000Tn)	VECES CONSUMO MUNDIAL (2018)	MASA (Tn) ENERGÍA NUCLEAR (m=E/c ²)	PORCENTAJE DE LA MASA DE LA NAVE	VELOCIDAD MÁXIMA (Km/s)
MERCURIO	57,910,000	149,600,000	2.86	4.08E+13	3505	0.24	1.63	0.002%	1211
VENUS	108,200,000	149,600,000	2.86	4.08E+13	3505	0.24	1.63	0.002%	1211
MARTE	227,940,000	227,940,000	3.53	6.21E+13	5341	0.36	2.48	0.002%	1495
CERES (C.A.)	414,092,800	414,092,800	4.76	1.13E+14	9703	0.65	4.51	0.005%	2016
JÚPITER	778,330,000	778,330,000	6.52	2.12E+14	18237	1.22	8.48	0.008%	2763
SATURNO	1,429,400,000	1,429,400,000	8.84	3.90E+14	33492	2.25	15.58	0.016%	3745
URANO	2,870,990,000	2,870,990,000	12.52	7.82E+14	67270	4.51	31.29	0.031%	5307
NEPTUNO	4,504,300,000	4,504,300,000	15.69	1.23E+15	105539	7.08	49.10	0.049%	6647
PLUTÓN	5,913,520,000	5,913,520,000	17.97	1.61E+15	138558	9.30	64.46	0.064%	7617
C. KUIPER	6,358,000,000	6,358,000,000	18.64	1.73E+15	148973	10.00	69.30	0.069%	7898

Las distancias medias a La Tierra se miden promediando cuando los dos objetos están en el mismo eje, y del mismo lado del Sol (distancia mínima), y en el mismo eje y de distinto lado del Sol (distancia máxima). Para los planetas internos, esa distancia coincidirá con la media de La Tierra al Sol, para los externos, la propia del planeta considerado al Sol.

Así, cuando Marte y La Tierra se alinean del mismo lado, el tiempo del viaje sería de unos dos días, y cuando están en oposición, de unos cinco días. El promedio son unos tres días y medio.

He considerado una nave de cien mil toneladas (100000Tn), porque presumo que en el futuro, ése sería un tamaño adecuado para naves que transporten materiales, minerales y todo tipo de objetos manufacturados entre La Tierra y los diferentes planetas o satélites, igual que hoy se utilizan grandes buques mercantes para el transporte en nuestro planeta. Imagino una flota de estas naves circulando por todo el Sistema Solar.

El número 100000Tn, nos permite calcular rápidamente los costes energéticos para una nave de un millón de toneladas (10 veces más), o cien toneladas (mil veces menos), o cualquier otra masa, haciendo la proporción.

La energía consumida la he calculado en Kwh (por ser la que la gente más conoce por su recibo de la luz), y en Mtep, por ser la que nos permite comparar, el gasto de energía de ese tipo de naves con respecto al consumo anual de energía de todo el planeta en el año 2018 (14900Mtep), como ya se indicó en el apartado 3. Esto nos permite comprender los enormes gastos de energía que estos viajes implican. Por ejemplo, **un viaje a Marte exigiría consumir la cuarta parte de toda la energía consumida en el planeta, sólo para ir, y otro tanto para volver.** Pero este dato no es importante porque el hidrógeno fusionable (deuterio y tritio), lo podemos obtener en cantidades infinitas a coste casi nulo. **Lo importante es su masa en relación a la masa de la nave.** Es decir, el tamaño “del depósito de combustible”, que es francamente pequeño: un 0.069% para un viaje al Cinturón de Kuiper. Simplemente pensemos que en un coche de 1500Kg, y un depósito de combustible de 60Kg (lo corriente), este depósito es ya un 4% de la masa de coche, es decir casi ¡58 veces más que en la nave! En esa proporción, nuestra gigantesca nave podría cargar combustible para varias decenas de viajes a esa distancia. Como si un coche tuviera una autonomía de unos 40000Km.

Es cierto que en el esquema de cálculo he considerado la masa efectiva convertida en energía, y que la real sería mayor (mucho mayor en un cohete de fisión con un reactor de tipo actual, como el EPR europeo, que no serviría para este objetivo), pero con un cohete de fisión de neutrones rápidos (FBR) ya podría ser posible, y desde luego, mucho más con un reactor de fusión de hidrógeno, **que es el verdadero motor para este tipo de naves.**

Por otra parte, en esas naves sería sencillo construir un espacio habitable amplio y cómodo, protegido de cualquier radiación, pero pequeño respecto de la nave que permita una estancia con todas las comodidades para los astronautas. Todo el resto sería volumen de carga.

18.- EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURAS

Aunque no es el objeto directo de este estudio, que va sobre la problemática del Cambio Climático, de un modo tangencial quiero tocar también el problema de la contaminación por basura. Éste sí que no admite ninguna duda sobre su origen antropogénico, y es un problema real y acuciante, que está poniendo en grave peligro los mares, los ríos y muchas zonas de La Tierra, algunas de las cuales ya se han convertido en un erial insalubre. Los GEI sólo son una parte de la contaminación, no un problema aparte.

Y éste es un problema sobre el cual no se montan grandes campañas mediáticas de “concienciación”, como si se hace con el CC, seguramente porque se trata de un problema prosaico y concreto, difícil de fiscalizar y nada dado al misticismo, ya que sólo exige voluntad y dinero para afrontarlo.

Sobre la contaminación tampoco caben miradas locales. Se produce a nivel mundial. **Contaminamos industrialmente y hemos de descontaminar industrialmente.** Sin embargo, esta última parte no la realizamos. Nos limitamos, y no en todos los países, ni mucho menos, a seleccionar y reciclar una parte que nuestra basura que evidentemente, no es suficiente.

Pero esta selección se practica (donde se practica), tirando del voluntarismo de la gente y sobre una pequeña parte de nuestra basura: básicamente vidrio, cartón y envases. El resto se va a vertederos, muchos de los cuales ya están llenos. Y todos, antes o después, se convertirán en focos de contaminación de las aguas subterráneas y del aire.

La recogida selectiva de basuras en las ciudades, en múltiples contenedores de colores, según su función, es un método muy ineficaz, entre otras cosas porque depende de la voluntad de la gente, lo que hace que mucha basura reciclable vaya a la general. Lo es porque exige una flota diferenciada de camiones de recogida que en muchas localidades pequeñas no es viable, y se usa un solo contenedor para todo, porque todo esto hace el método muy caro y sobre todo, porque por esa misma razón, no es exportable a países en desarrollo que tienen otras prioridades. El método me recuerda el intento de producir acero, a nivel de las propias aldeas, durante la Revolución Cultural de Mao. El resultado fue un fiasco.

A todo eso se une que luego no se dispone de instalaciones de procesado suficientes y parte de la basura seleccionada por los ciudadanos acaba en un vertedero, con la general.

Si como es evidente, producimos basura a nivel industrial, la única solución eficiente que podemos esperar es eliminarla por el mismo sistema. **Es preciso crear factorías de tratamiento de basuras donde se seleccione y separe el 100% de la basura que producimos.** Disponemos de medios para separarlo todo de modo automático (magnéticos, disolución, evaporación, aspiración o impulsión, decantación, filtrado e incluso, selección mediante robots de reconocimiento visual o por personas). Y lo no aprovechable podríamos quemarlo y producir energía. Ni un gramo de basura al medio ambiente. **Esto significa introducir el tratamiento de la basura dentro del ciclo económico del producto** como un coste añadido que los fabricantes se encargarían de cobrar en su producto y pagar al Estado, como actualmente se hace con el IVA, y éste, posteriormente, haría efectivo a las empresas de tratamiento en función del tonelaje, y características, de la basura procesada. **Crearíamos así una nueva rama productiva de la industria** de materiales reciclados y de bienes intangibles, pero reales, como el no dañar el medio ambiente que hoy no tenemos en cuenta pero que ya nos está pasando factura. Y de paso se crearían miles de puestos de trabajo en bienes reales. Las ciudades, por otra parte, se verían liberadas de esas feas hileras de contenedores que serían sustituidos por un único modelo y un único camión de recogida en un único viaje, con todo lo que eso simplificaría el proceso de recogida de la basura urbana.

En los hogares, un único contenedor en lugar de los hasta cinco que hoy se pueden llegar a tener (general, orgánica, vidrio, cartón y envases), si quieres, realmente, separar.

Finalmente, **el coste del tratamiento de las basuras vuelve a estar directamente relacionado con el problema de la energía**. Si ésta es abundante y barata, el tratamiento de ellas lo será igualmente. Podríamos simplemente quemar todo lo orgánico, filtrando el CO2 y separar los metales y el vidrio aprovechando sus propiedades magnéticas o su punto de fusión. Todo dependería de lo que fuera más interesante desde el punto de vista económico.

19.- BILL GATES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Como una anécdota que pone en evidencia la inacción de los gobiernos mundiales frente a un problema real, que por otra parte ellos mismos no paran de agitar, bien merece la pena hacer una mención al trabajo de una persona particular que sí que quiere hacer algo, y lo intenta, desde su propio bolsillo. Estoy hablando del creador de una empresa, Microsoft, cuyo valor actual es de un poco más del 50% del PIB de toda España en 2018, **con sólo unos 150.000 empleados** (puede hacerse un cálculo de su productividad). Estoy hablando, como ya saben, de Bill Gates. Pues bien, este señor está intentando, sin ninguna colaboración estatal, poner coto al problema del CC. Y lo hace con proyectos realistas que cuantifican el problema analizando costes y resultados, como en cualquier empresa que hace una inversión previa en previsión de futuros objetivos y resultados positivos para la gente (sus clientes), y para la propia empresa, por supuesto.

Tiene varias iniciativas, algunas como la siguiente, intentando “poner a la sombra” zonas de la superficie terrestre para bajar su temperatura, por ejemplo:

<https://blogthinkbig.com/bill-gates-erupcion-volcanica-cambio-climatico>, o aquí:
<https://computerhoy.com/noticias/life/bill-gates-quiere-detener-cambio-climatico-nube-quimica-tenira-cielo-marron-488953>

Son ideas que pueden sonar descabelladas, pero... ¿cuántas, que hoy son un éxito, no sonaron así en su tiempo?

En cualquier caso, lo que quiero destacar es que sus investigaciones, en una empresa, TerraPower, que creó hace ya varios años, con el objetivo de combatir el CC, están orientados, en exclusiva, a una única salida: **la energía nuclear**. Investigan un nuevo tipo de reactores de fisión, llamados de “ondas progresivas” y de sales fundidas (un tipo de reactor de neutrones rápidos que podría quemar casi el 100% de todos los residuos nucleares que tenemos almacenados, pero que por una u otra razón (físicas y políticas), ha sido prácticamente abandonado su investigación y desarrollo salvo en TerraPower).

Aquí tenemos más información:
<https://www.technologyreview.es/s/5279/terrapower-estriba-entre-varias-opciones-de-reactor-nuclear>

Y aquí una explicación más sencilla:
<https://www.youtube.com/watch?v=R58wYsn6es4>

Aunque todavía no tengamos resultados prácticos, lo que quiero destacar es que **un particular está gastando enormes cantidades de su dinero en un proyecto de investigación que debería ser misión de los estados, porque estamos hablando de un problema global.**

Y sin embargo, los políticos no sólo no están por la labor, **sino que ponen palos a las ruedas del progreso:**

<https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/9612441/01/19/Trump-frustra-el-plan-nuclear-de-Bill-Gates-al-no-poder-disponer-de-tecnologia-china.html>

Todo el dinero que se está invirtiendo en medidas ineficaces (a la realidad me remito) y al postureo contra el CC (miles de millones), **debería estar invertido, en su mayor parte, en investigación sobre la energía nuclear de fisión y de fusión. La primera como alternativa transitoria** hasta que la energía nuclear de fusión de hidrógeno esté plenamente operativa.

Por otra parte, Bill Gates también **considera contraproducente atacar a las empresas energéticas derivadas de combustibles fósiles** para frenar su consumo (lo cual no puede hacerse sin retroceso y crisis), sino que debemos apostar por investigar nuevas alternativas, porque si las consiguiéramos crear, **el traslado de fuentes energéticas sería natural y beneficioso.** Es una actitud opuesta a la de los que sólo saben prohibir y subir impuestos en lugar de ofrecer alternativas que la gente seguirá voluntariamente sin necesidad de coerciones.

Enlace:

<https://www.expansion.com/directivos/2019/09/21/5d86418ce5fdeabc2f8b465a.html>

Bill Gates tiene previsto sacar un libro sobre la lucha contra el CC este mismo año 2020. Lo espero con impaciencia.

<https://www.voanoticias.com/a/libro-de-bill-gates-sobre-la-lucha-contra-el-cambio-clim%C3%A1tico-sale-en-2020/5109639.html>

El hecho de que una persona tan visionaria y competente como Bill Gates se tome en serio la energía nuclear es toda una llamada a considerar este tipo de alternativas como algo serio que se debe tener en cuenta sin dejarnos arrastrar por prejuicios previos nacidos de una época de guerra fría en que el terror nuclear se vendió con objetivos políticos, no científicos ni sociales. La lógica exige valorar todas las posibilidades y tomar o rechazar por razones, no por prejuicios. En especial si nos jugamos tanto en el envite.

20.- CONCLUSIONES FINALES

Del desarrollo de este estudio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

-Los gases de efecto invernadero (GEI), en particular el CO2 **siguen aumentando** su concentración en la atmósfera.

-Las medidas que se están implementando sólo contemplan la situación **de modo local**, en algunos países, y se enfocan, casi exclusivamente, a cambiar energía eléctrica generada por combustibles fósiles, o nuclear, por las llamadas energías renovables.

-Los sistemas llamados de energías renovables son **estacionales o discontinuos**. En concreto los aerogeneradores tienen un tiempo de actividad medio en torno al 25%. Eso significa que hemos de multiplicar por 4 la potencia instalada si queremos tener cierta seguridad de que el suministro de energía será continuo. Es decir, por cada Kw de potencia real necesitada, deberemos instalar 4Kw, para que en el tiempo de funcionamiento puedan generar toda la energía del período considerado. (E incluso más, hasta 4.5Kw si queremos tener cierta seguridad.)

-En la hipótesis de que toda la energía sea de origen renovable, esa energía necesaria se ha degenerar en los momentos de actividad de los aerogeneradores, por lo tanto **necesitamos almacenar el exceso sobrante** para los momentos inactivos **en sistemas como baterías, sales fundidas o agua elevada a embalses**. Esto de por sí, ya plantea un problema irresoluble físicamente que hace necesario (también para la fotovoltaica que no funciona con nubes o de noche), **un sistema de soporte alternativo para los momentos de inactividad**. Éste es uno de los talones de Aquiles de las renovables: que siempre necesitarán ese sistema, si no queremos quedarnos sin suministro durante períodos imprevisibles.

Ese sistema, **que obliga casi a duplicar las instalaciones con el consiguiente coste**, lo materializan, hoy en día, las centrales de ciclo combinado y de carbón (producen CO2), y las nucleares (la hidráulica sólo se puede considerar donde el régimen de caudales es estable). Y queremos eliminar (las estamos eliminando) las centrales de carbón y las nucleares **apoyándonos en el sistema generador preexistente que vamos debilitando sin construir los sistemas de almacenaje antedichos**. Es decir, ahora podemos construir sistemas de renovables porque contábamos con un sistema previo, capaz por sí mismo, de suministrar toda la energía que necesitamos cuando fallan las renovables, pero que vamos apagando, poco a poco, **sin considerar los costes ni las necesidades de almacenamiento energético cuando este sistema previo esté completamente desmantelado** (cosa que no sucederá, evidentemente, porque sería una catástrofe, pero por el momento, jugamos a que sí).

-Si hacemos un cálculo del número de aerogeneradores, de última generación, que hemos de colocar para conseguir la energía necesaria para eliminar la energía fósil y nuclear, nos da un resultado disparatado: unos **60000 aerogeneradores** para atender el 40% de las necesidades de España, que puestos en fila, **darían más de tres vueltas a La Tierra**. Y si quisiéramos hacer eso con el planeta, estaríamos hablando de unos **19 millones de aerogeneradores que darían 1068 vueltas a La Tierra**.

-Tampoco se tiene en cuenta, en los planes de reconversión energética, **el efecto sobre la atmósfera que tendría extraer de ella esa ingente cantidad de energía**, pero es muy

probable que produjéramos un cambio climático de proporciones apocalípticas, con relación al que podríamos esperar porque la temperatura del planeta aumente en dos o más grados. Antes creímos que La Tierra y el mar eran infinitos, y ya hemos descubierto que no, ¿por qué razón ahora hemos de creer que lo es la atmósfera?

-Y **la energía renovable tampoco es inocua para el medio ambiente**, aunque no es objeto de este estudio. Por citar uno de sus efectos, los aerogeneradores se han convertido en auténticos asesinos de las grandes aves (también matan pequeñas, pero de éstas, muchas más matan los gatos, y han evolucionado para sobrevivir a la gran mortandad que les provocan).

-Otra variable que no se considera, y que he tenido en cuenta en mis cálculos, es que el consumo de energía eléctrica de origen fósil es sólo una pequeña parte del problema. **La mayor parte del CO2 generado (del orden del 90%) es producido básicamente por la industria y el gran transporte.** Los individuos particulares, con su vehículo y con su consumo eléctrico, sólo son responsables de aproximadamente el 10% del CO2 producido. Por esta razón **es injusto** cargar sólo sobre ellos la culpa del problema, criminalizando su conciencia y aprovechando para crear nuevos impuestos. **Y es demagógico** porque atacando el problema en esa única vertiente, nunca podremos solucionarlo, que es lo que está pasando: **el CO2 no para de aumentar.**

-Tampoco se considera que en un futuro no muy lejano, las reservas de petróleo se harán tan escasas como para que el coste de su extracción sea antieconómico, y que incluso sea más rentable fabricar hidrocarburos para productos manufacturados y renunciar totalmente a la energía que se produce quemando derivados del petróleo. Es un escenario que llegará, de modo que un plan global de eliminación de los GEI debe tener en cuenta ese futuro y prever la generación de suficiente energía renovable como para atender a todo eso, es decir, no sólo solucionar el problema del CC, sino el problema de la energía a medio y largo plazo, porque prácticamente estamos hablando de la misma cosa.

-Con todo lo anterior, **es evidente que apostar sólo por las renovables no es solución para el problema del CC**, ni tampoco para el de la futura crisis de la escasez de hidrocarburos. No lo es porque no reúne ninguna de las condiciones que se requieren a un sistema energético fiable, que son: **potencia, estabilidad y economía.** **Las renovables no son potentes** (una central nuclear equivaldría a 1280 aerogeneradores efectivos) y no está garantizado que puedan extraer esa energía del viento sin cambiar el clima. **Las renovables no son estables y las renovables son caras** de por sí, **y mucho más si se construyeran los sistemas de almacenamiento para las pausas en los cuales nadie piensa.**

-Una última consideración es la de que la Humanidad está abocada a abandonar el planeta y conquistar, en primer lugar, el Sistema Solar. Es un reto que de no realizarse nos hará implosionar dentro del propio planeta por falta de recursos. **Y sólo la energía nuclear podrá hacer factible esa expansión de un modo fácil y eficiente.** Aunque las renovables fueran capaces, por sí solas, de atender a todas las necesidades de La Tierra, **sólo por esa razón tendríamos que estudiar y desarrollar la energía nuclear hasta su total dominio.**

-Visto lo anterior, y admitiendo que más pronto que tarde deberemos renunciar a la energía fósil, sólo nos queda una alternativa: **la energía nuclear**, que cumple ampliamente las tres condiciones: **la energía nuclear es potente**, en realidad, puede suministrarnos toda la

energía que podamos soñar. **La energía nuclear es estable y la energía nuclear es barata.** Y lo será mucho más en el futuro. Prácticamente sólo los costes de instalación y mantenimiento, cuando hallamos dominado la energía de fusión. **En realidad, cubiertos esos costes, la energía nuclear podría venderse en tarifa plana** (consume la que quiera y pague una cuota). Esa posibilidad sería un caldo de cultivo fantástico para la creatividad humana, porque en definitiva, **en la base de todo desarrollo está la energía, y viceversa.**

Es importante para terminar, recordar que **este estudio no se ha hecho para defender la energía nuclear, sino para estudiar las posibles soluciones al Cambio Climático por efectos de gases de efecto invernadero (GEI), en especial el CO2.**

Si al final hemos llegado a la conclusión racional de que la solución es la energía nuclear, lo ha sido por cuatro razones irrefutables:

- 1.- Porque es la única **que es potente, estable y económica.**
- 2.- Porque es la única **que puede solucionar el problema del CC.**
- 3.- Porque es la única **que puede solucionar la crisis del final del petróleo.**
- 4.- Porque es la única **que puede permitirnos conquistar el espacio.**

Si hubiera otra alternativa, podríamos valorar cuál de las dos es más conveniente para nuestra especie y el planeta, pero si no la hay, **la elección no existe.** A menos que se decida volver atrás en el desarrollo humano con todo lo que eso implica.

Todo lo anterior no es obstáculo para que las energías renovables sigan desarrollándose. En realidad son necesarias para una transición no demasiado traumática, y en muchas situaciones seguirán siendo la mejor solución, y tendrán su espacio, **pero ponerlas como excusa para eliminar la energía nuclear es engañarnos a nosotros mismos.** No se puede pedir a nada, ni a nadie, que haga lo que no puede hacer. Eso es un camino directo al fracaso y a la frustración.

Y los que toman las decisiones deben saberlo.

Juan José Ibáñez Acedo

(@JuanJosIbez1)

Ingeniero Industrial.

Afiliado a **dCIDE.**

Marzo del 2020

NOTA: Todos los enlaces del estudio han sido verificados a fecha 4 de marzo del 2020.

21.- GLOSARIO DE UNIDADES

UNIDADES DE FUERZA:

-Gigatonelada (Gtn) = 10^9 Tn

-Tonelada (Tn) = 1000Kg (Kilogramo fuerza o kilopondio)

UNIDADES DE ENERGÍA:

-Kilovatio hora (Kwh) = 1000 vatios·hora = 3600000 julios

-Megavatio·hora (Mwh) = 10^6 vatios·hora

-Teravatio hora (Twh) = 10^{12} wh (vatios·hora)

-Tonelada equivalente de petróleo (tep) = 11630Kwh

-Millón de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) = 10^6 tep = $11.63 \cdot 10^9$ Kwh

UNIDADES DE POTENCIA:

-Gigavatio (Gw) = 10^9 vatios

-Megavatio (Mw) = 10^6 vatios

-Kilovatio (Kw) = 10^3 vatios