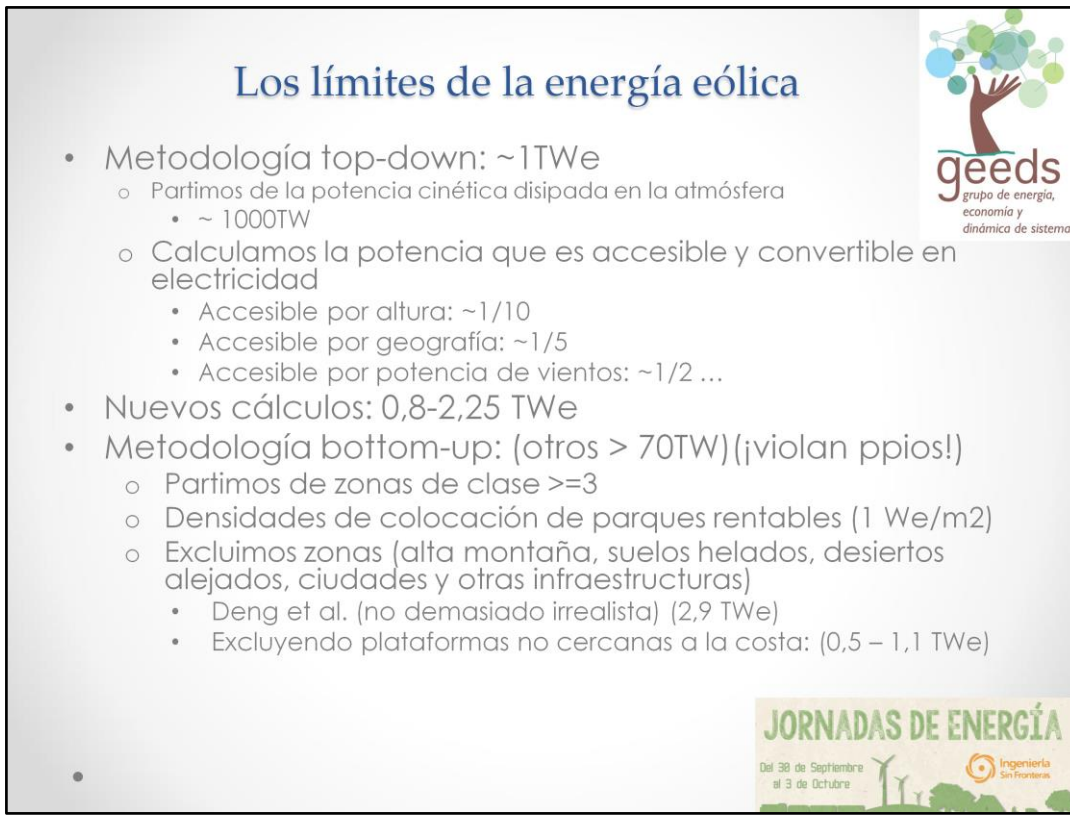
Las renovables y sus límites

Carlos de Castro Carranza
Dpto. Física Aplicada. UVA

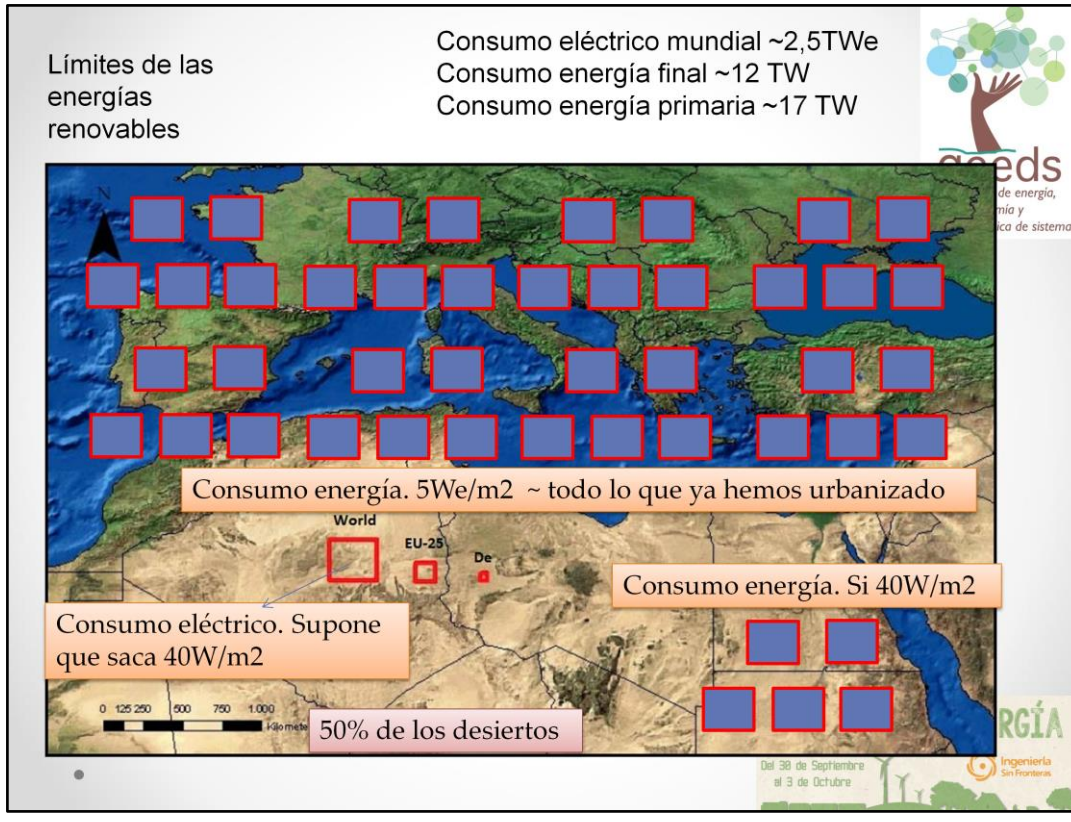
geeds
grupo de energía, economía y dinámica de sistemas

Gracias a ISF de Sevilla por invitarme.

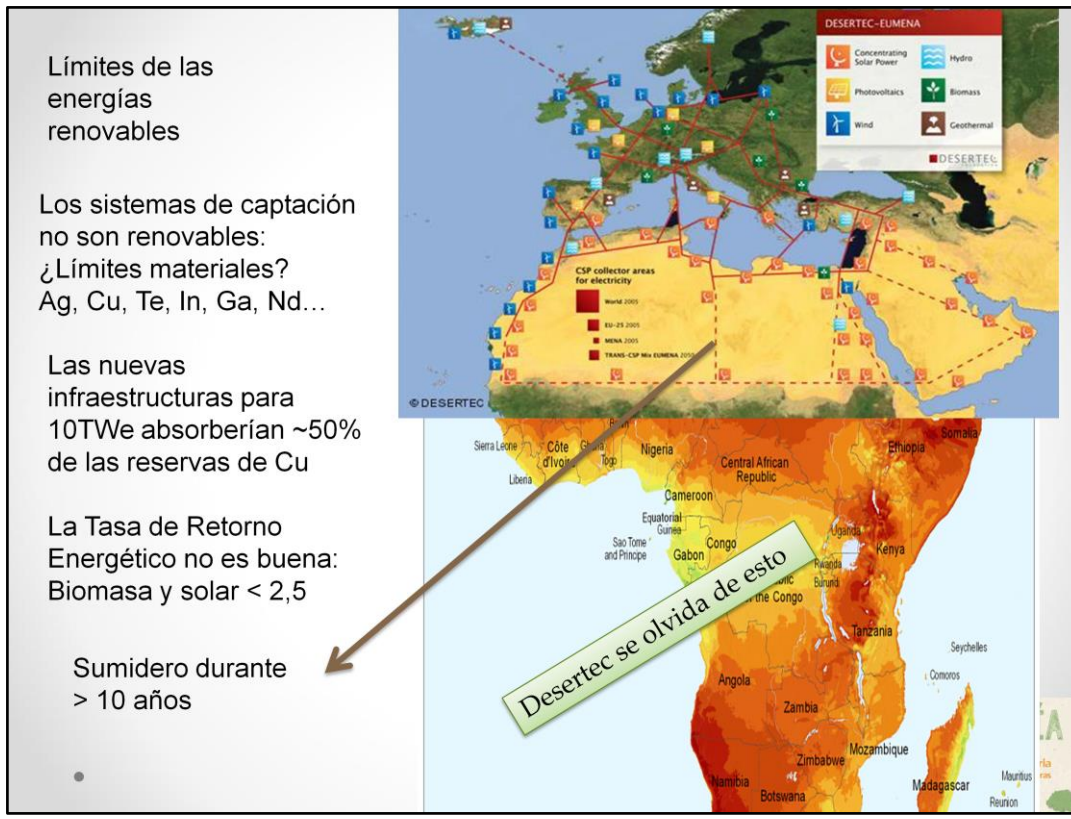
Normalmente cuando hablamos de energías renovables y su potencial olvidamos o minimizamos algunos aspectos muy importantes. En este debate me voy a centrar en lo que supone su baja densidad energética (potencia capaz de proporcionar por metro cuadrado de infraestructura utilizado para darla). Sin embargo, nunca debemos olvidar que la biosfera usa energías renovables (es inteligente) y que a gran escala de utilización humana entraríamos en competencia con ella (nuestro modelo socio-económico adora la competencia por definición).



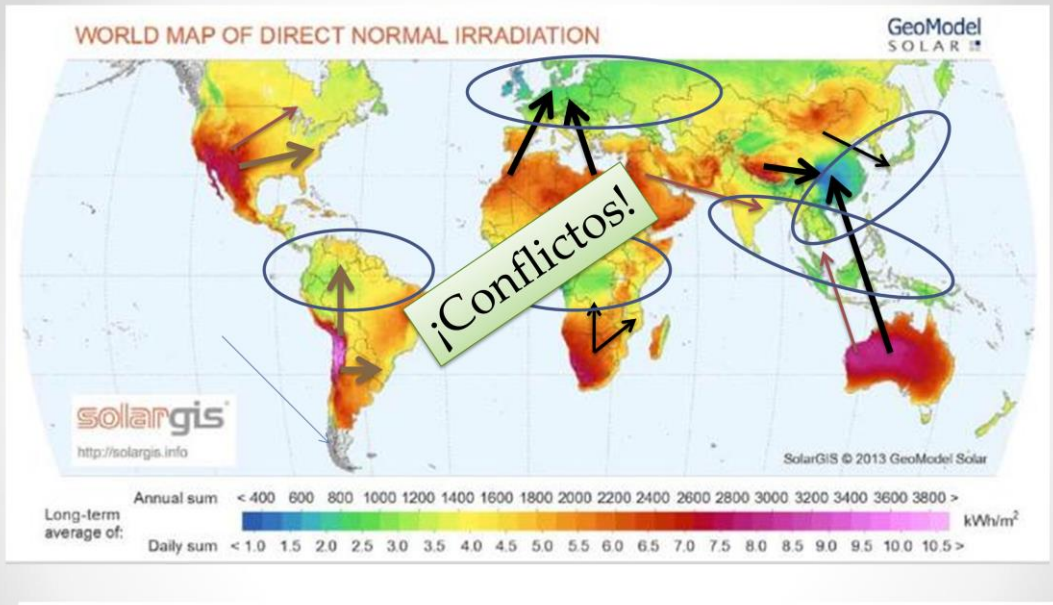
En la literatura científica sigue sin reconocerse que el potencial eólico se ha exagerado sistemáticamente (y se sigue haciendo) al menos en un factor 10. Se llega al extremo de que los potenciales tecnológicos factibles publicados y muchas veces citados violan principios básicos de la física como el principio de conservación de la energía o el principio de la cantidad de movimiento. Nuestros primeros cálculos gruesos publicados daban alrededor de 1 TWe de potencia generada neta sobre suelos (no confundir con la "potencia instalada"). Refinamientos posteriores bajo la metodología top-down (de nuestra invención aplicada aquí) y bajo la metodología bottom-up utilizada habitualmente pero con factores realistas de ocupación, vuelve a arrojar que el límite factible tecnológico de la energía eólica anda por los 0,5-2 Twe y quizás un 10% más si añadimos plataformas marinas cercanas a la costa. Sencillamente: en grandes regiones con buenas zonas de viento se pueden extraer 1 We/m2, esta es la razón fundamental de por qué está tan limitada esta forma de captación de energía pese a que la potencia cinética disipada en los 10000 metros de altura de atmósfera a escala global sea del orden de 1000 veces más.



Es muy frecuente decir que todo el consumo eléctrico del mundo podría producirse con una parte insignificante de los desiertos con energía fotovoltaica o de concentración solar (CSP) (recuadros rojos en el Sahara), pero se suelen olvidar dos cosas fundamentales: que la energía eléctrica es la quinta parte de nuestra energía final consumida y que no podemos fabricar un panel fotovoltaico de 250x250 Kilómetros de lado. En realidad usamos paneles mucho más pequeños que requieren espacio entre ellos, vallados de protección, caminos de acceso, casetas de inversores, etc. En realidad el uso del territorio es unas 8 veces mayor que el que se infiere de lo que puede extraer un panel fotovoltaico en condiciones de laboratorio ideales. En realidad, si quisiéramos que la solar fotovoltaica o la CSP nos proporcionaran todo nuestro consumo energético final (12 TW) necesitaríamos ocupar con infraestructuras todos los recuadros azules que he puesto en el Mediterránero y Europa. Ya no es tan despreciable, porque sería tanto como el conjunto de todo lo que ya hemos urbanizado en el mundo (ciudades, pueblos, autovías, canales…). El problema no es que el Sol proporcione 13000 veces más energía al sistema Tierra que la que consume la humanidad, el problema es cuánta de ella podemos captar y transformar de forma útil en un mundo “lleno” de impactos humanos (agricultura, bosques explotados, pastos, infraestructuras…).

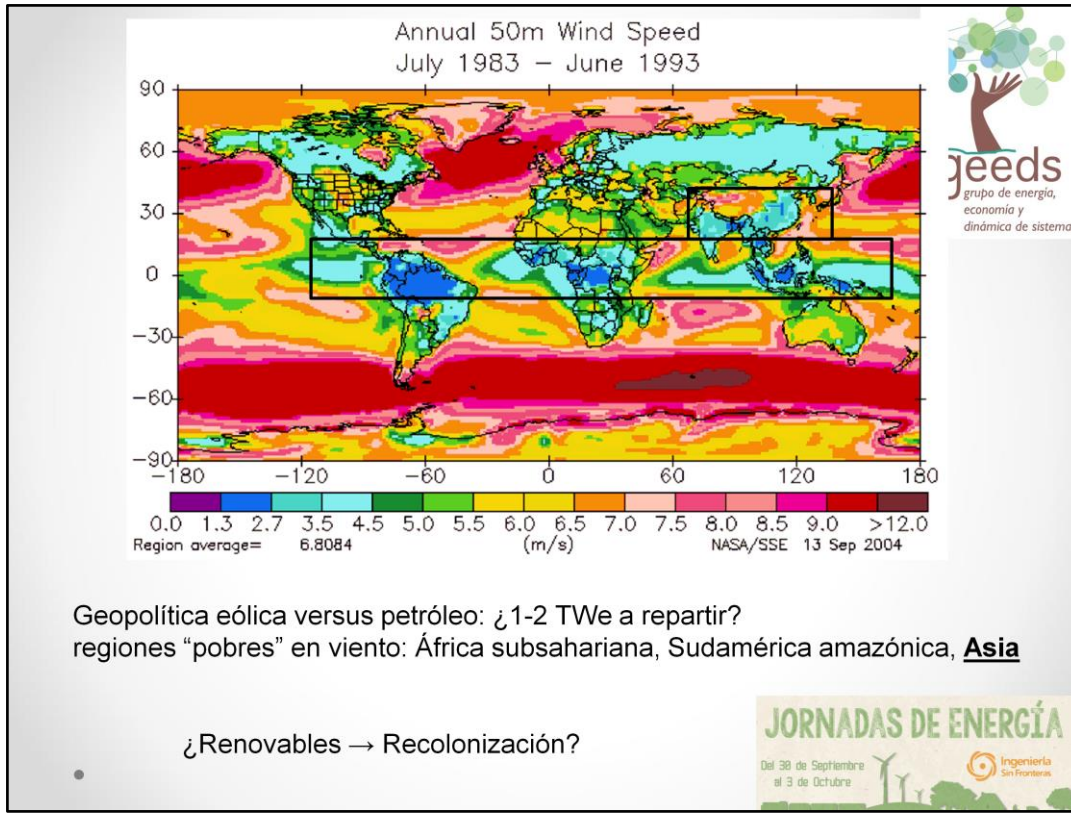


No debemos olvidar además, que las energías renovables utilizan sistemas de captación no renovables (un árbol en cambio sí es un sistema que capta energía solar a la vez que se renueva solo, si le dejas). Si los sistemas de captación no son renovables, podemos tener otro tipo de límites con el acceso a los materiales. Por ejemplo, las nuevas infraestructuras necesarias para alcanzar 10 Twe renovables (que sustituirían más o menos a los 12 TW de consumo final actual) absorberían ellas solas el 50% de las reservas de cobre del mundo. En mi opinión es absurdo pensar que esto sea tecnológicamente factible porque sin esas nuevas infraestructuras el mundo se está acercando al pico del cobre a marchas forzadas, e implantar esa cantidad de renovables requería un 100% de reciclado y un cuello de botella (según vamos creciendo exponencialmente necesitaríamos cada vez más cobre para renovables mientras habríamos soprepasado el pico del cobre y estaríamos descendiendo en su producción). Además, la tasa de retorno energética no es buena para las tecnologías modernas de biomasa y solar. Si seguimos a Prieto y Hall, un proyecto como Desertec que alimentaría de renovables a Europa, dada la baja TRE, sería un sumidero y no una fuente de energía durante 10 años tras su instalación, precisamente en un mundo postpeak oil.
Y por último, Desertec y otros proyectos “100% renovables” se olvidan de que África no se acaba en el Sahara.

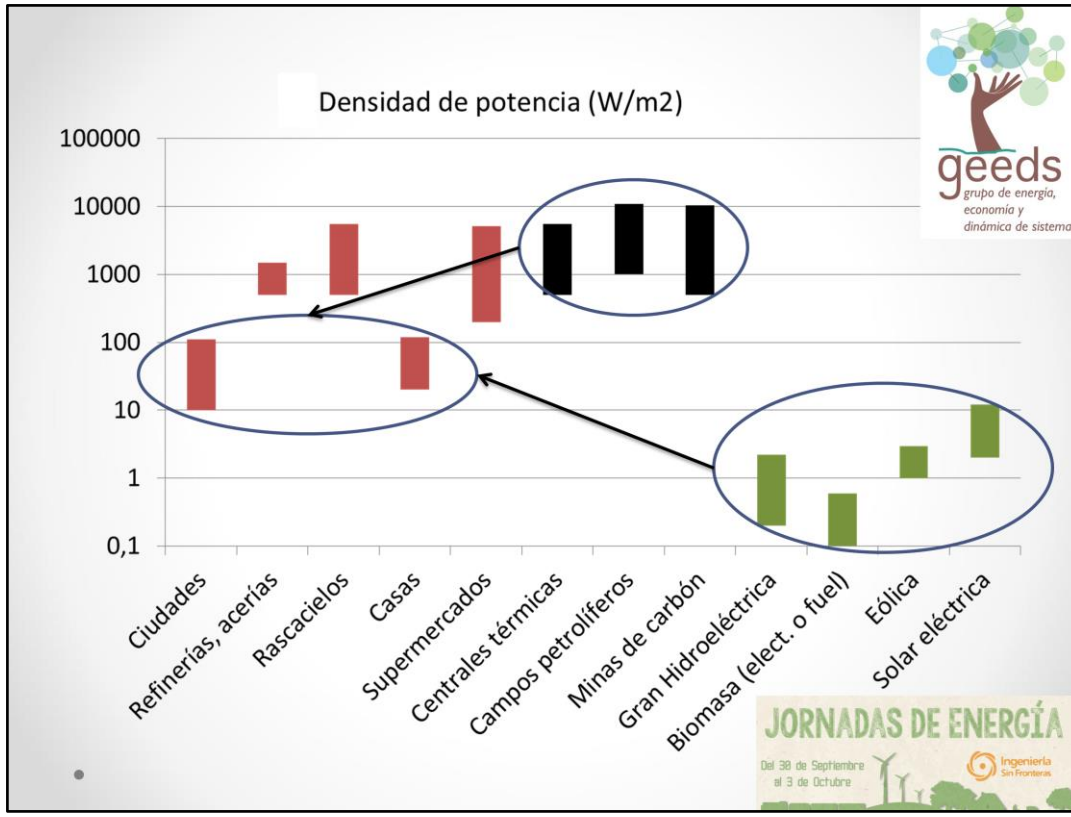


Geopolítica solar versus petróleo: ¿2-4 TWe a repartir?
En 2050:
Nigeria 400 millones, India 1600 millones, Europa 600 millones, África 2500 millones
¿consumo per cápita?

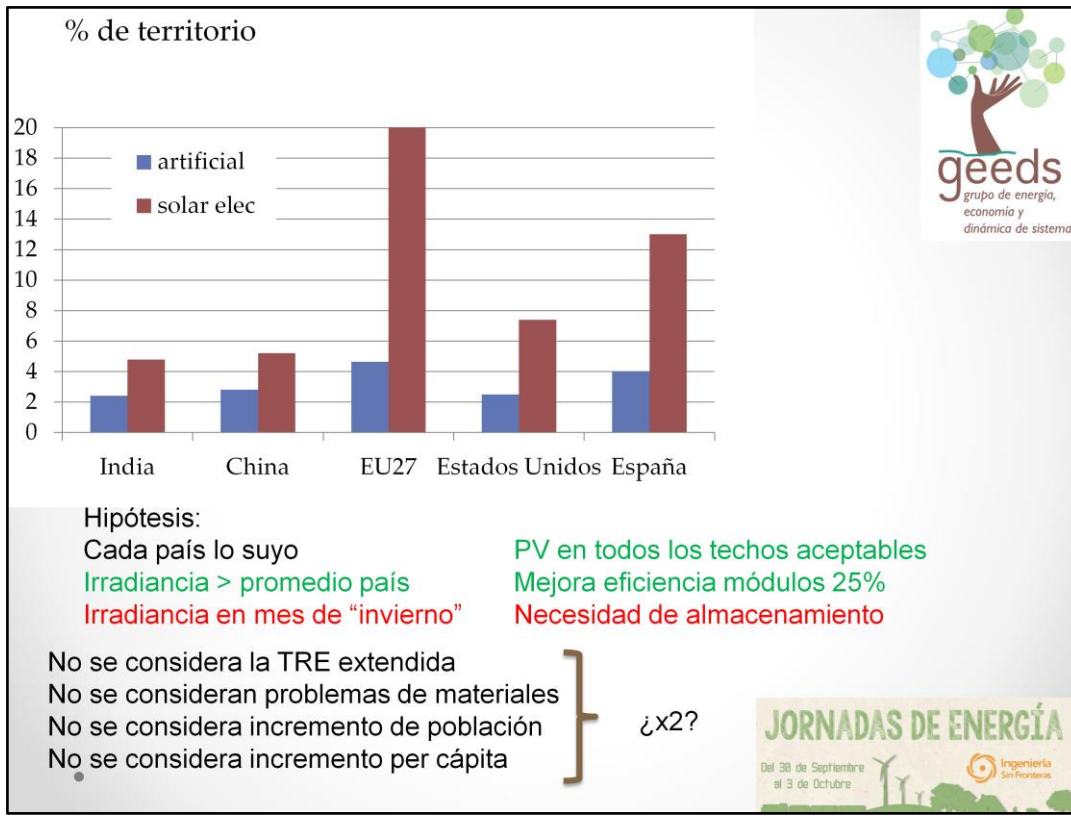
En realidad el sol no brilla para todos igual. Un crecimiento por encima del Twe de la fotovoltaica o de concentración exigiría que las zonas rosa-rojas deberían alimentar a las zonas amarillas, verdes y azules. El Gobi y Australia tendrían que alimentar todo el sudeste asiático y Japón, Los desisertos árabes la India, el sur de áfrica no daría suficiente para el crecimiento poblacional de Nigeria y ésta requeriría de su Sahara… Los conflictos estarían servidos en un mundo en el que la población va a seguir aumentando y se quiere que el consumo per cápita de energía también lo haga (por lo menos en buena parte de los países de Asia y África).



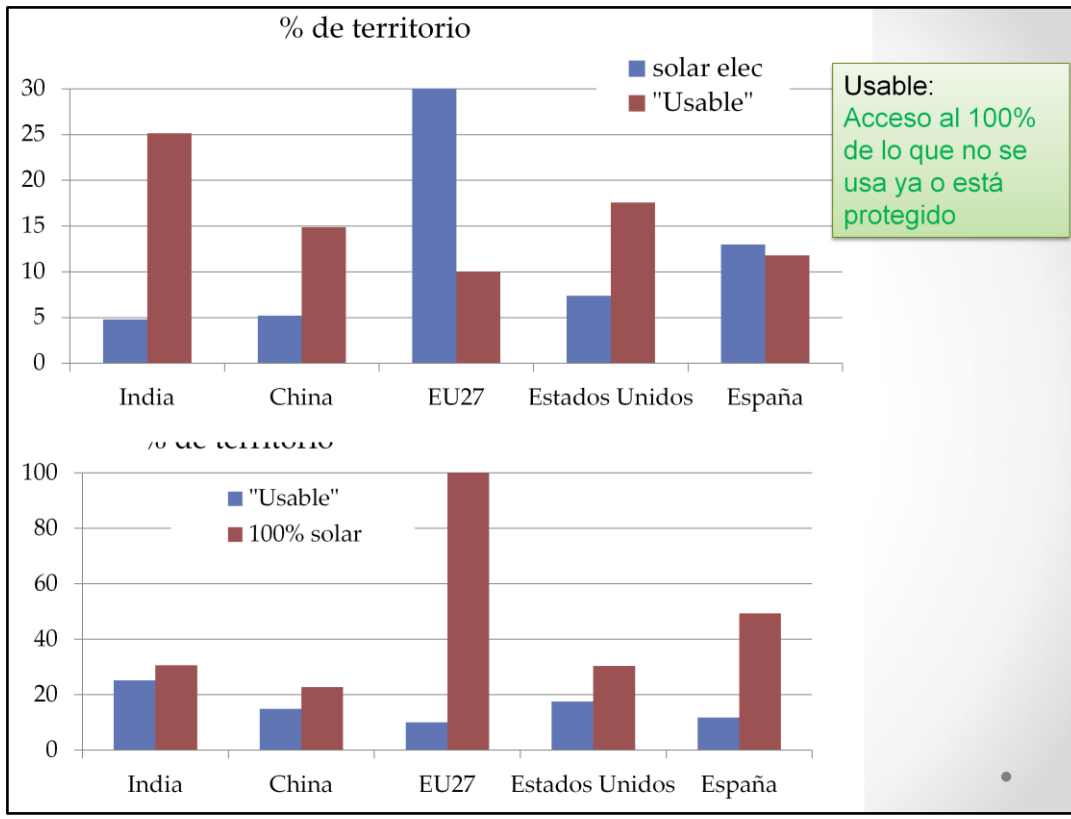
Con el viento pasa lo mismo. De nuevo países con bosques tropicales no tienen mucho viento. El sudeste asiático (donde se encuentra la mayor parte de la humanidad) es un "desierto" de viento. Si seguimos la historia pasada, las renovables cambiarían algo la geopolítica del petróleo por una nueva geopolítica que podría llevar a la recolonización de África por parte de los europeos. No se puede analizar por separado cuando hablamos de 100% electricidad renovable y menos si aspiramos a 100% de consumo final de energía renovable.



Pese a todos los males causados (acidificación, cambio climático, guerras, etc.), la Revolución Industrial y post-industrial ha sido posible porque hemos alimentado nuestras ciudades y casas con fuentes energéticas dos órdenes de magnitud más densas que las infraestructuras que queríamos alimentar, incluso las infraestructuras de mayor consumo (supermercados, rascacielos) disipan menos potencia energética por metro cuadrado. Desde este punto de vista fue relativamente fácil. En cambio queremos, sin cambiar radicalmente el sistema de demanda, alimentarlo con energías verdes que tienen por desgracia uno o dos órdenes de magnitud menos densidad energética que lo que queremos alimentar. En un mundo ya lleno, esto suena heroico si no imposible.

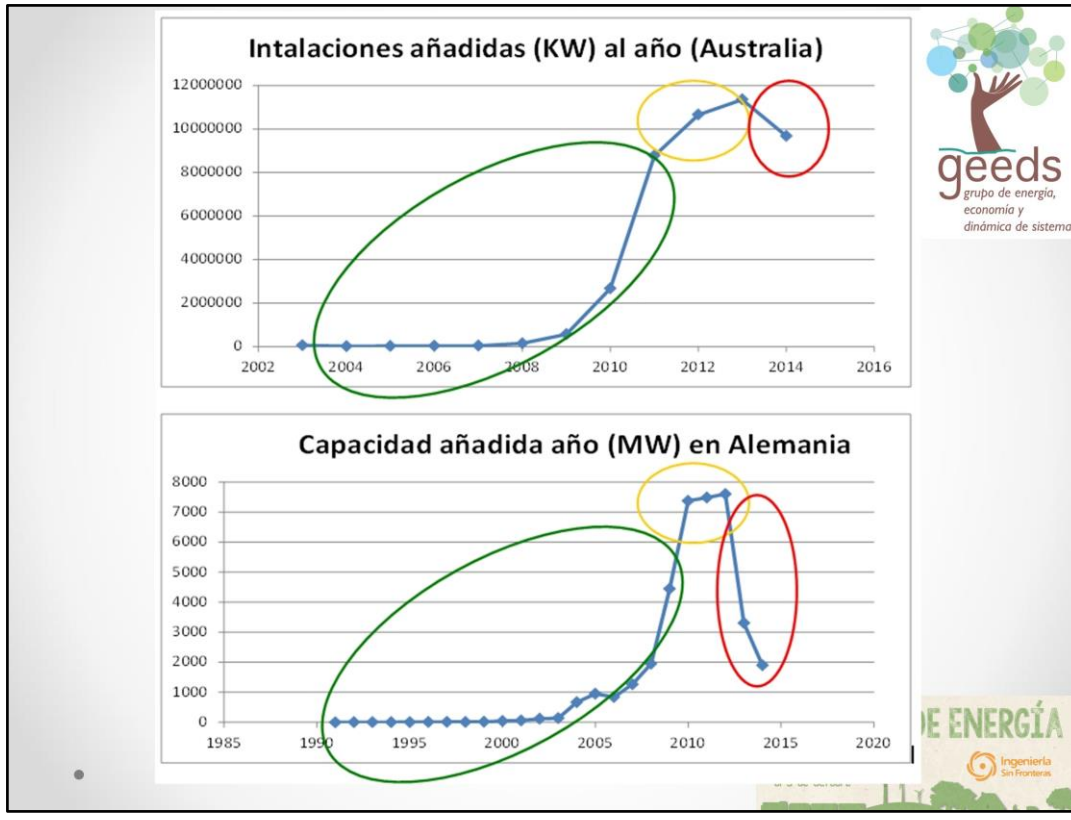


Comprobémoslo haciendo unas cuentas sencillas escogiendo la fotovoltaica (por ser la de mayor densidad energética de las renovables eléctricas). Para ello hemos calculado las necesidades de nuevo territorio bajo hipótesis optimistas a nuestro juicio suponiendo que cada país o región quiere autoalimentarse. Si lo comparamos con el terreno ya artificializado, vemos que proporcionar el consumo eléctrico actual, es una tarea nada sencilla.

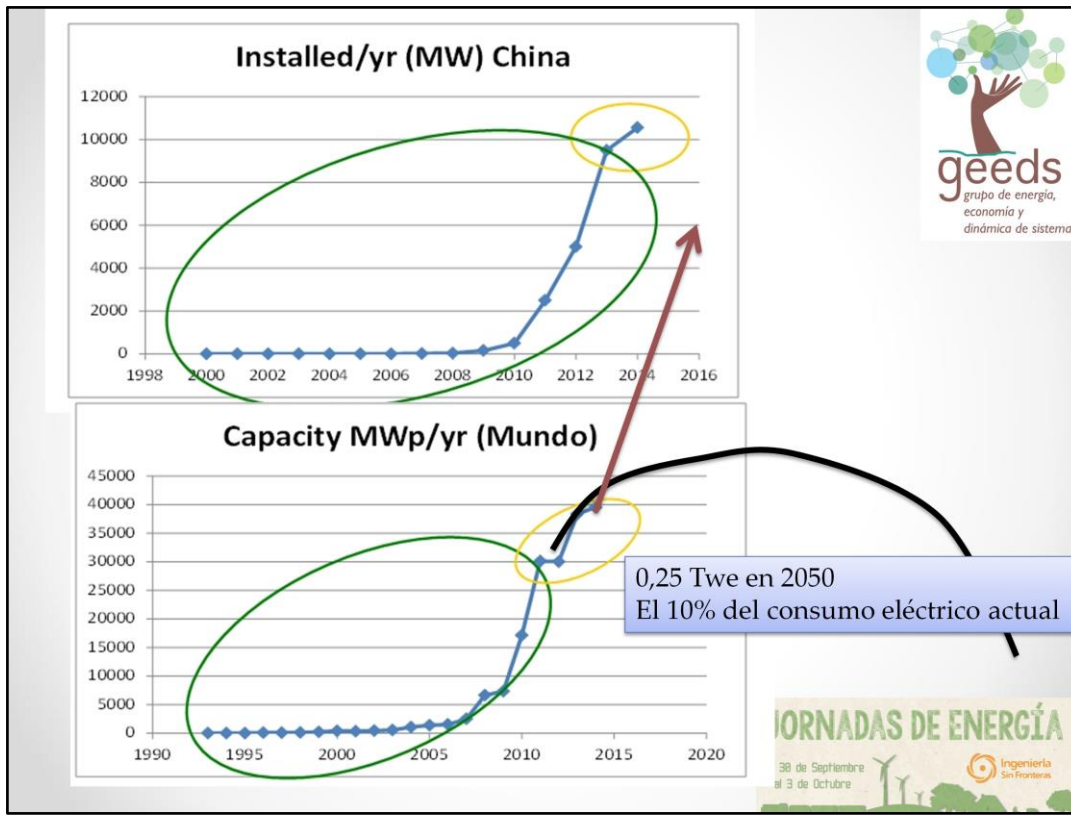


Y si el nuevo territorio solar necesario lo comparamos con el territorio que podríamos usar de forma no competitiva (se supone que son energías sostenibles y verdes), sencillamente no es posible. Incluso la pobre energéticamente India no podría con su población actual y su consumo actual.

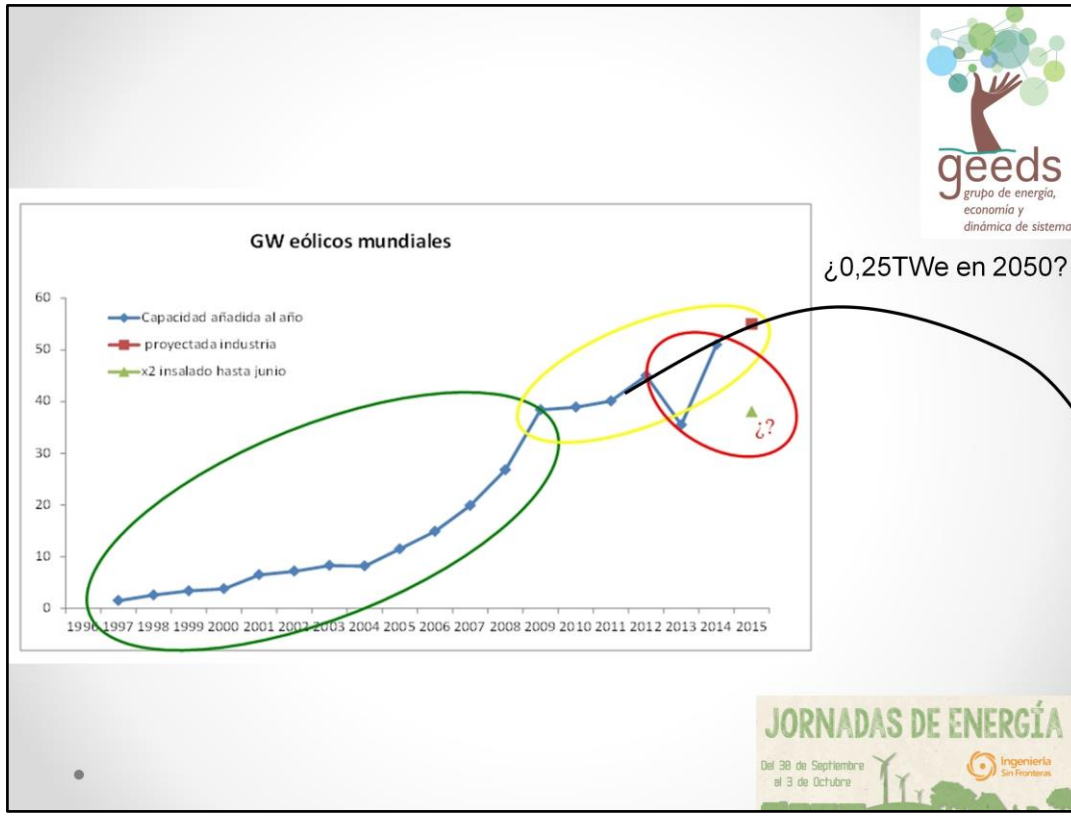
En cierto sentido eran buenas noticias, el que no podamos conseguir tanta energía renovable significa que debemos conformarnos con menos, y por tanto impactaremos sobre el territorio menos.
Pero la realidad que hoy estamos viviendo es que todos los países que han pasado el 2% de su consumo eléctrico con procedencia solar están decreciendo en la cantidad de nuevas instalaciones que implantan cada año.



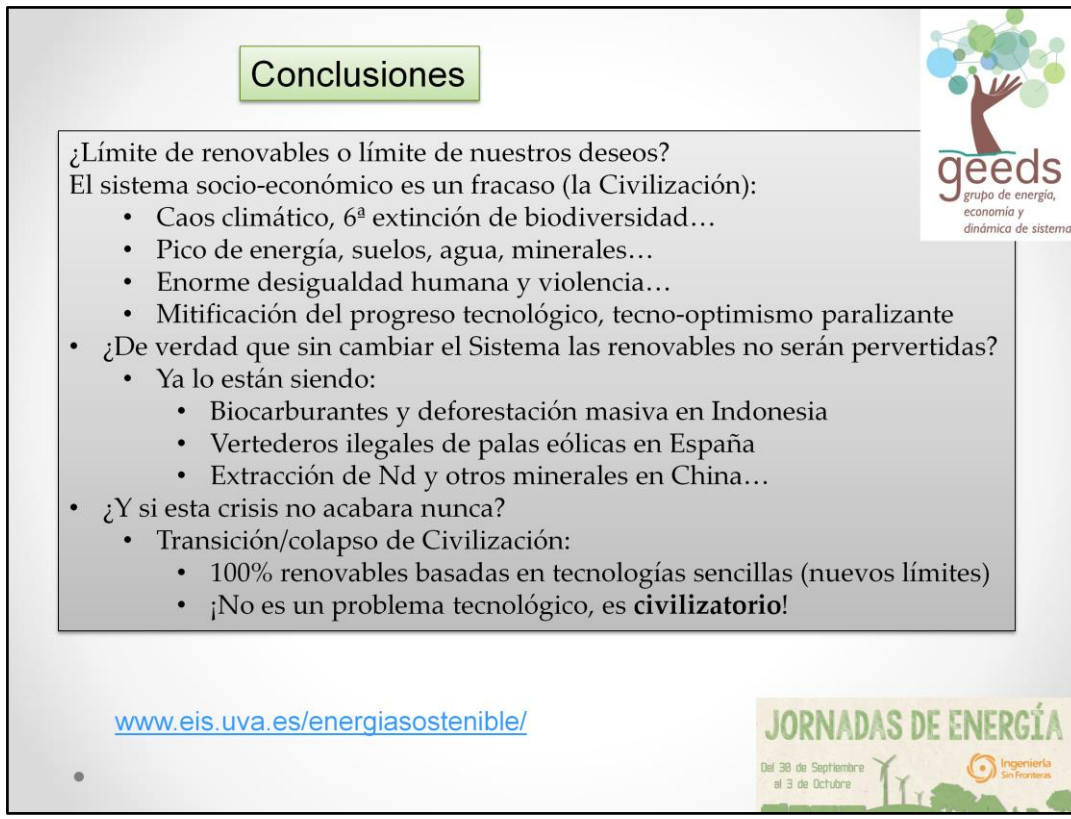
Da la sensación de que cuando la infraestructura fotovoltaica de un país es capaz de proporcionar un % no despreciable de su consumo eléctrico, se llega al “pico de capacidad añadida al año”. Se siguen instalando parques, pero cada vez a menor ritmo. Esto anunciaría que el crecimiento exponencial en un país no se puede mantener una vez pasada cierta presencia.



Incluso la ralentización en China y el Mundo parece estarse dejando notar. Si tuviéramos un pico de instalaciones en el 2020-2025 al modo a como se suele hacer para el pico del petróleo y su producción esperable, nos encontraríamos que en el 2050 llegaríamos a producir tan solo el 10% del consumo eléctrico actual. Es posible que las crisis económicas y políticas sean la causa raíz de esto, pero en un mundo post-pico del petróleo y con cambio climático y ese largo etc. las crisis van a ser la norma y no la excepción.



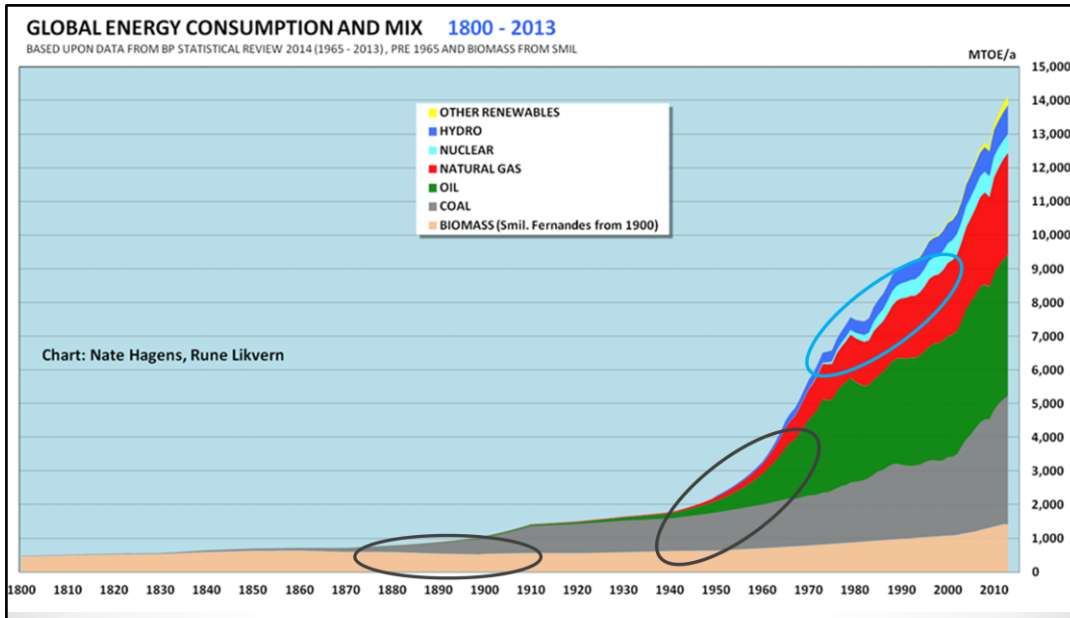
Para la eólica está pasando lo mismo. La industria eólica (siempre optimista la industria implicada) proyecta para este año 2015 el cuadradito rojo, la tendencia ya no es exponencial para las nuevas instalaciones. De nuevo, una curva estilo pico del petróleo nos llevaría a otro 10% de electricidad renovable respecto al consumo actual en 2050. Muy lejos de nuestros controvertidos trabajos sobre los límites tecnológicos de las mismas: y es que, como no me canso de repetir, los límites tecnológicos no son nunca alcanzables en un mundo real, porque la economía, la política y la sociedad los rebajan (es cierto que la tecnología avanza también y tiende a aumentar esos límites a largo plazo, pero incluso inventando la supertecnología, ésta luego requiere de 3 a 5 décadas para implantarse a escala (y esto no depende de la tecnología, depende de nuevo de la economía, la política y la sociedad).



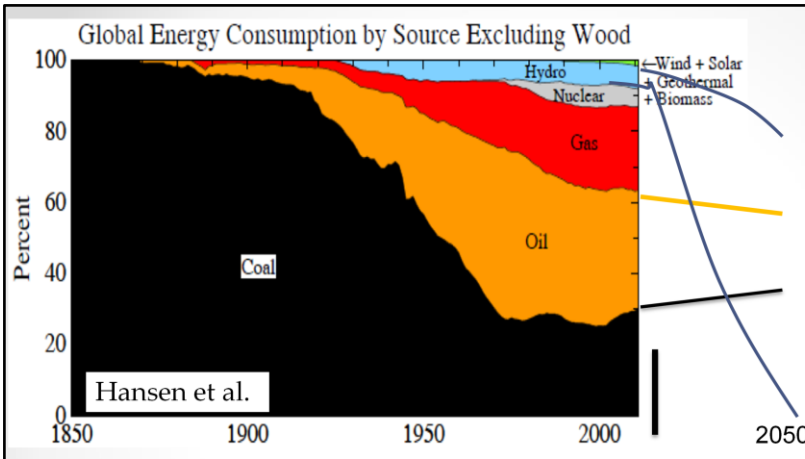
Estos límites renovables tienden a frustrarnos solo si no reconocemos que nuestro problema es que no queremos límites a nuestros deseos.
Después de todo nuestra civilización aunque tiene cosas positivas para algunos, no deja de ser un desastre y un fracaso. Es un sistema "antisistema" porque conduce a su propia autolisis.
Frente a la idea de que noticias así nos paraliza porque no "salvan la civilización" e impiden la acción, en mi opinión en realidad el tecno-optimismo tan arraigado y propio de nuestra cultura es el que paraliza la necesidad de cambios. Si a la gente la dices que el 100% renovable es posible sin colapso o cambio radical de nuestra civilización, entonces se quedará sentada esperando a que los tecnólogos, economistas y políticos resuelvan el problema, y todo lo más cambiarán de partido político. No es suficiente.
De hecho, parte del movimiento social pro-renovable históricamente apoyó los biocarburantes hasta que el sistema lo absorbió y lo pervirtió. Está pasando con la eólica y la solar. No olvidemos que sin cambiar el sistema, las renovables no solucionarán la mayoría de los problemas humanos y ambientales que tenemos e incluso podrían terminar siendo otra causa más del colapso civilizatorio en ciernes.
Por último sí me gustaría señalar que deberíamos instalarnos en un pensamiento de transición/colapso de civilización que es el único coherente. Esto cambia incluso los límites tecnológicos que hemos dado (un molino eólico de 5MW es más eficiente que uno de 5KW, un parque fotovoltaico es más eficiente que un techo solar…).
En realidad, el problema es civilizatorio y no tecnológico. Las renovables serán el 100% pero en un contexto radicalmente diferente, nos guste o no.

Los límites del mar de renovables

Potencial tecnológico y/o ecológico	Olas (TWe)	Mareas (TWe)	OTEC (TWe)	Total Ocean
Revisión literatura	0.1-0.48	0.014-0.115	5-150	>0.2
Top-down (preliminar)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.05
Exergía total disipada	3	3.7	100	



El carbón y los fluidos fósiles crecieron al 6-7% al año en sus etapas óptimas (tras tener una presencia de >5%), que mantuvieron unas 3 décadas y que las llevó a ser más del 50% del mix energético.
No así la nuclear y la hidroeléctrica.



Crecimiento promedio del 10% y 2% el resto

Desastre económico/social

Desastre ecológico/social

Lo "necesitamos" Pero no se ha hecho en la Historia *Homo*

Aunque las nuevas renovables crecieran entre el 2015 y el 2050 al 10% anual, si el resto crece al 2% anual "solo" llegarían al 25%.