

ENERGÍAS RENOVABLES DESCENTRALIZADAS Y EL MOTOR ELECTRICO ¿PRIORITARIOS?

JOAQUIM LLOVERAS MACIÀ

Profesor jubilado, Dto. Ingeniería de Proyectos y de la Construcción. ETSEIB. Universitat
Politécnica de Catalunya (UPC)

RESUMEN

Este es un artículo divulgativo sobre las energías y los motores actuales y del próximo futuro. Se analiza el uso que se ha hecho de las energías fósiles que han llevado a la civilización de hoy, pero también de los problemas que han generado en el Medio Ambiente. Además, estas energías al estar irregularmente distribuidas en la Tierra, han propiciado desigualdad de la riqueza, y causado numerosos conflictos. Se deducen dos prioridades que tendrían que cumplir las futuras energías para no repetir los mismos problemas. Se analizan las energías disponibles y sus modos de obtención: centralizado y descentralizado. Finalmente se concluye que la energía renovable descentralizada, es la que cumple mejor dichas prioridades. En España hay mucho potencial de implementación de estas energías.

Por su parte, el motor eléctrico será el probable sustituto del de combustión interna.

INTRODUCCIÓN

La energía en el universo o la disponible en la Tierra, es inmensa, no hay que temer por falta de energía. La humanidad con su tecnología ha conseguido aprovechar diversas clases de energía, y seguramente obtendrá otras maneras, ahora desconocidas, de aprovecharla para sus crecientes necesidades.

La Tierra por procesos geológicos y físico-químicos sepultó y almacenó materia orgánica que fue transformada, durante millones de años, en carbón, petróleo y gas natural, y lo hizo de manera desigualmente distribuida. Esta materia orgánica transformada es rica en carbono y al quemarla con el oxígeno del aire se obtiene calor, que puede ser usado por ejemplo para mover motores o máquinas en general. El carbón, petróleo y gas natural son los llamados combustibles fósiles y se consideran no renovables a escala humana del tiempo.

La humanidad antes de la revolución industrial utilizaba muy poca energía y la Tierra absorbía sin problema los impactos ambientales asociados al uso de esta energía y mantenía constante su equilibrio.

En la revolución industrial la humanidad dio un salto tecnológico importante, necesitó consumir más y más energía para su progreso, y encontró en los combustibles fósiles, la fuente de energía que requería, lo que ha propiciado el actual desarrollo tecnológico de la civilización. Pero, la quema de combustibles fósiles a gran escala, produce diversos subproductos indeseables como el CO₂, y otros gases y partículas algunas de ellas nocivas para la salud.

En mis estudios de ingeniería, ya hace años, ni se consideraba que se tuviese que pensar en el medio ambiente, ni en el reciclado de los productos que se diseñaban. En aquella época se consideraba -inconscientemente- que la atmósfera era poco menos que infinita y que los productos y los residuos industriales podrían tirarse al vertedero también infinito que se consideraba la Tierra. Aquí y en todo el mundo.

Más adelante, gracias a científicos que denunciaron el daño que se hacía al Medio Ambiente (MA), se vio la necesidad de analizar más a fondo las implicaciones que dicho progreso tenía, poniéndose de manifiesto que el aumento del CO₂ provoca un efecto invernadero que desestabiliza el equilibrio energético de nuestro planeta, con el resultado constatado del aumento de su temperatura y sus consecuencias, como el aumento del nivel del mar, o los fenómenos meteorológicos extremados. Por lo que se necesita frenar el cambio climático. Así lo indican diferentes instituciones científicas, como: El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2020).

Estos combustibles fósiles desigualmente repartidos por el mundo, han creado diferencias en la distribución de la riqueza. Algunos han acumulado gran riqueza y poder. Y esta distribución irregular ha generado diversos conflictos económicos, e incluso guerras más o menos encubiertas.

Y la pregunta sería: ¿Cómo tendría que ser la energía del futuro más o menos inmediato?

CONDICIONES QUE DEBERIA CUMPLIR LA ENERGÍA DEL FUTURO

En una era post combustibles fósiles, y para no caer en los mismos problemas que crearon, la nueva energía tendría que ser respetuosa con el Medio Ambiente, pero no solo eso.

En un descanso de un congreso relacionado con el Ciclo de Vida en Ingeniería, (Lloveras, 2007), en una conversación informal con uno de los responsables de la Universidad de la ONU (UNU, 2022), con sede en Tokyo, y hablando sobre las nuevas fuentes de energía, comentó que era importante que las energías futuras fueran bien distribuidas en el mundo, para no crear

diferencias de riquezas y conflictos, y abogaban por las energías renovables. En aquella época estaba por las renovables, pero también estaba muy entusiasmado con los avances de la energía nuclear de fusión. Fue más adelante que comprendí que lo prioritario tenían que ser las renovables que se encuentran distribuidas por todo el mundo, para evitar conflictos de intereses. Así, la energía del futuro tendría que ser accesible a todos, para que cree riqueza distribuida.

Con estos dos requisitos o prioridades: Ser respetuosa con el MA, y que sea distribuida y fácil de obtener a pequeña escala, se analizan a continuación las posibles energías.

La energía nuclear de fisión

Los elementos en la Tierra, y en todo el Universo, se han creado en las reacciones nucleares de fusión en las estrellas y en las explosiones finales de algunas de ellas. Y la materia es un condensado de energía que puede volver a ser energía y al revés, según la famosa ecuación de A. Einstein sobre la equivalencia de la masa y la energía: $E=mc^2$.

Las actuales centrales de fisión se basan en provocar controladamente la escisión de átomos pesados e inestables como el Uranio, dando neutrones y mucha energía. Tiene a su favor que no emite CO₂ en su funcionamiento, y por tanto no provoca cambio climático. Aunque si se analizase todo su ciclo de vida, habría sorpresas.

La potencia que tienen las centrales, en poco espacio, suele ser del orden 1000 MW, (1 GW) por central, y necesita de mucha inversión de capital. Además, requieren de unas normativas exigentes y de unos sofisticados sistemas de control continuo para evitar posibles accidentes en su funcionamiento normal o ante emergencias.

Todo y así, en algunas centrales nucleares, ha habido graves accidentes con fuga radiactiva, que han dejado extensos territorios difíciles de descontaminar, o baldíos y sin habitantes. Pero también, en su funcionamiento normal, producen subproductos que pueden ser muy dañinos para el medio ambiente: sus residuos radiactivos y tóxicos.

Residuos como el plutonio que, entre otros usos, es material idóneo para fabricar bombas atómicas. De hecho, hubo algunas primeras centrales nucleares que solo fisieron uranio para producir el plutonio para las bombas atómicas, sin aprovechar el subproducto del calor generado que se disipó inútilmente, calentando el agua de grandes ríos.

Hay otros residuos a parte del Plutonio, que también son de alta actividad radioactiva y de larga duración, algunos se almacenan en sitios “seguros” que tendrán que ser controlados durante decenas de miles de años. Quizá en el futuro se reaprovechen estos residuos radiactivos en centrales adecuadas a ellos.

En España hay un Centro de Almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad radioactiva, situado en El Cabril (municipio de Hornachuelos, Córdoba), que una vez lleno tendrá que ser controlado y vigilado durante 300 años (El Cabril, 2022).

Por lo que la actual energía nuclear de fisión no cumple con las prioridades de ser respetuosa con el MA, y de la igualdad de acceso a ellas. Además, pueden ser generadoras de material para las bombas atómicas, y no son renovables debido a la escasez de los materiales radiactivos en los que se basa.

Las Energías Renovables

Son energías que no se agotan ya que se renuevan constantemente, al menos a escala humana. Un extenso catálogo con manuales explicativos, se pueden consultar en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía IDAE, (IDAE, 2022). Se resumen a continuación estas energías renovables.

Solar directa o indirecta:

Principalmente son las que se reciben del Sol, como la radiación Solar directa que se aprovecha con paneles de agua, aire o fotovoltaicos. O con la radiación Solar indirectamente transformada, como la del ciclo del agua que se aprovecha en saltos de agua. En las corrientes marinas producto del calor Solar en el mar. En forma de viento que es la Solar indirecta que últimamente ha crecido mucho, y que se recoge mayoritariamente en parques eólicos en tierra o en el mar (Carbonell X., 1999).

También el Sol calienta la corteza terrestre, y a pocos metros de profundidad, su temperatura es constante todo el año, unos 13° en nuestras latitudes. Esta energía Geotérmica puede aportar a una vivienda, mediante intercambiadores, calor en invierno y frescor en verano.

El Sol también da vida a la biosfera de la Tierra, que produce Biocombustibles como la madera, que al quemarla da calor y tiene un balance de CO₂ que se considera igual a cero, o neutro.

El sistema Tierra-Luna:

La Luna cada día atrae y mueve millones de toneladas de agua del mar en su giro alrededor de la Tierra. Estas mareas, pueden aprovecharse en determinados lugares idóneos, para mover turbinas y generar electricidad. El costo de esta energía de las mareas, es que la Luna se aleja de la Tierra unos 4 cm al año.

Energías internas de la Tierra:

La Tierra tiene magnetismo, tiene su núcleo a altas temperaturas, y las placas de su corteza terrestre se mueven. Estas energías Geotérmicas del magma, o del calor generado por rozamiento de las fallas de sus placas, se aprovechan en algunos casos y tienen un gran potencial de desarrollo. También tiene una débil radioactividad más o menos distribuida por la Tierra.

Energías o materias que llegan del espacio: Radiaciones, partículas, o materiales del sistema Solar o del medio interestelar.

En fin, hay una gran potencialidad para obtener energía útil para la civilización sin moverse de la Tierra. Hay mucha tecnología desarrollada para aprovechar algunas de estas energías y aún falta mucho desarrollo tecnológico para mejorarlas, o para aprovechar otras nuevas.

En general, la mayoría de las energías renovables, a diferencia de las energías fósiles, están más o menos uniformemente distribuidas en el planeta, y su aprovechamiento puede dar riqueza más o menos distribuida, y que con la tecnología actual muchas sociedades pueden aprovecharla.

Centrales nucleares de fusión:

Las centrales nucleares de fusión aún están en desarrollo, funcionan como lo hace el Sol, fundiendo átomos muy ligeros como los isótopos del hidrógeno: deuterio o el tritio.

En las centrales de prueba, (JET, 2022), (ITER, 2022), se consigue aplicando gran temperatura y presión a una pequeña muestra hasta que alcanza la ignición, entonces los átomos muy ligeros se funden dando núcleos de átomos más complejos, y liberan gran cantidad de energía.

Los materiales que fusiona existen en la Tierra. El Deuterio se extrae de los océanos. El Tritio es escaso, pero puede obtenerse irradiando Litio que es abundante, por lo que se puede considerar que una central de fusión opera con materiales sin problema de obtención. Debido a esto, algunos autores clasifican la fusión en la categoría de energías renovables, aunque ello puede llevar a confusión.

Los pocos subproductos radiactivos que producen son de baja actividad y de corto período de tiempo, por lo que no son problemáticos. Se han hecho pruebas de funcionamiento, y la duración de tiempo en que se ha logrado mantener en marcha el proceso de fusión, después de alcanzar la ignición, es de pocos segundos, y aún no se ha logrado recuperar toda la energía que ha necesitado la ignición. Cosa que se espera lograr con creces en el futuro reactor de pruebas ITER.

Cuando se logre dominar esta tecnología se dice que el problema energético para la humanidad habrá acabado, pero..., por lo que hoy se conoce, dichas centrales requerirán gran cantidad de tecnología punta y mucho dinero para construirlas, por lo que presentarán el mismo problema ya conocido, ya que solo las comunidades humanas desarrolladas podrán financiarlas y tenerlas, lo que generaría diferencias de riqueza y poder.

Por lo tanto, la mejor solución analizada según las dos prioridades consideradas al principio, es que la energía Solar renovable sea la prioritaria frente a las de origen fósil y las energías nucleares de fusión y fisión.

Pero: ¿Cómo, o de qué manera, se pueden obtener las energías renovables para su aprovechamiento?

MODOS DE OBTENCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En buena parte las energías renovables son transformadas en energía eléctrica dada la versatilidad de usos que la electricidad ofrece, pero también existen otros aprovechamientos, como los mecánicos, o los térmicos.

Hay dos maneras diferentes de obtener las energías renovables, y que son complementarias:

- Las obtenidas de modo distribuida a pequeña escala, para satisfacer las necesidades de los usuarios, dentro del kilómetro cero, o casi.
- Las obtenidas concentradamente. Por ejemplo: en grandes huertos fotovoltaicos, en extensos parques eólicos, o en campos de espejos concentradores. Éstas ocupan territorio y luego distribuyen por la red la electricidad generada, a semejanza del sistema actual de producción eléctrica en grandes centrales pertenecientes a grandes empresas.

Estas dos maneras diferentes de obtener energía: la distribuida y la concentrada, tienen sus ventajas e inconvenientes.

Si se analiza la obtención distribuida, o descentralizada, de la energía, (Stamatios Diolettas, 2001), (Stamatios Diolettas, 2005), se observa una serie de ventajas respecto a las de obtención concentrada en grandes centrales:

- La naturaleza de las energías renovables. Por ejemplo: la radiación solar o el viento, son básicamente distribuidas, por lo que es fácil su captación en general.

- Seguridad en la generación. En las grandes centrales, puede haber una avería que puede desequilibrar la red de distribución y dejar sin servicio mucha población, cosa que pasaría muy limitadamente si se averiase un pequeño sistema descentralizado de generación distribuida.
- Seguridad del sistema. Los posibles desastres naturales, los actos de terrorismo, o de guerra, pueden afectar más por sus graves repercusiones en la sociedad, si es un sistema concentrado que uno distribuido.
- Pérdidas de energía en el transporte de electricidad. En el sistema distribuido casi no hay transporte, ya que se distribuye a un pequeño radio de acción, por lo que se minimizan las pérdidas, en comparación con los sistemas centralizados donde hay pérdidas significativas en el transporte a grandes distancias.
- Sistema más democrático. El sistema descentralizado es a escala menor, más humana, y de estilo repartido o distribuido. De alguna manera puede ser más democrático que el centralizado que tiende a concentrar el capital y el poder en pocas manos.

En cambio, a favor de la energía centralizada está la economía de escala que ofrecen los grandes sistemas. Por ejemplo, hay construcciones que por su naturaleza han de ser más o menos grandes para tener un buen rendimiento, como el aprovechamiento de la energía de las mareas en lugares adecuados que requieren la construcción de presas.

La mejor solución que se adecua a las dos prioridades iniciales, son las energías renovables obtenidas de manera descentralizada o distribuida, a pequeña escala o a una escala razonable.

De manera implícita, todo lo referido hasta aquí, ha sido básicamente para la producción y uso en instalaciones fijas, pero: ¿Cómo se soluciona la necesidad energética de la movilidad?

ENERGÍAS PARA LA MOVILIDAD

La mayoría de los vehículos actuales de tracción mecánica, acarrear con síglo un sistema de almacenamiento de energía para usarla autónomamente en su desplazamiento, como los coches con su depósito de combustible. El resto cogen constantemente la energía que necesitan de un sistema externo, como pueden ser la electricidad suministrada por catenarias a trenes, tranvías, o trolebuses.

La movilidad necesita convertir la energía disponible a una energía mecánica mediante un motor, para mover el vehículo, y los tipos de motores más usados son el de combustión interna y el eléctrico.

El motor Eléctrico frente al de Combustión Interna

El motor usado actualmente en coches, autobuses, camiones, y barcos es mayoritariamente el de combustión interna, que ha tenido un importante desarrollo tecnológico. Pero su rendimiento es bajo, como máximo del orden del 30%, en motor de gasolina y algo más para el motor diésel. Y como ya se ha comentado, la quema de combustibles fósiles, es uno de los responsables de la contaminación al MA y del cambio climático.

En cambio, el motor eléctrico (Motor eléctrico, 2022) no tiene casi emisiones, y en general su eficiencia es superior al 90%.

Así, el motor eléctrico en comparación con uno de combustión interna, tiene un mejor rendimiento, tiene un menor número y complejidad de sus piezas, y por lo tanto un menor mantenimiento y reparaciones. Como pasó en su día con las máquinas de tren a vapor, que fueron substituidas por las de gasoil o las eléctricas, el motor eléctrico irá substituyendo paulatinamente al de combustión interna.

Algunos gobiernos han legislado la finalización de la producción de motores de combustión interna (MCI) para algún tipo de vehículos, y algunas empresas automovilísticas han anunciado su programa para el cambio a motores eléctricos (ME). Pero, una vez finalizada la producción de los MCI, y dada la gran cantidad existente, se darán plazos para que se alargue su vida útil. Aunque tendría que hacerse en lo posible, utilizando combustibles algo menos contaminantes como el gas natural, o mucho mejor por ejemplo con los Combustibles Sintéticos, o los Biocarburantes que prácticamente no impactan al MA al tener un balance de CO₂ neutro.

Si actualmente se incrementase la producción de Biocarburantes, como el Biodiesel, o el Biogás, para substituir combustibles fósiles en vehículos de motor de combustión interna, no se perdería este esfuerzo de producción, aunque vayan desapareciendo dichos motores, ya que tanto el Biodiesel como el Biogás podrán usarse en otras aplicaciones. Por ejemplo, el biogás podría introducirse en la red de gas ciudad para ser quemado en las cocinas para cocer alimentos, o para calentar edificios, o en procesos industriales, y de manera limpia.

Soluciones de suministro eléctrico para los vehículos eléctricos

Las soluciones eléctricas actuales varían según el vehículo sea ligero o pesado.

Así, el transporte ligero, como el coche, las motos, las bicicletas, patinetes, etc., se pueden mover gracias a unas baterías incorporadas en el propio vehículo de motor eléctrico.

Se hicieron en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) unos primeros diseños de micro coches urbanos eléctricos (García-Soriano, et al, 2000), o de bicicletas eléctricas.

El cuello de botella de este tipo de coches son las baterías que, aunque cada vez son más eficientes y pueden recargarse con mayor rapidez, hoy por hoy distan bastante del ideal. Para el coche eléctrico a baterías se necesita una red de puntos de carga más tupida que la actual, en carreteras, autopistas, o en los propios aparcamientos de los usuarios.

Para el transporte pesado, como camiones, autobuses, trenes, o algunos barcos, con la tecnología actual no son prácticas las baterías, pero sí que irán adoptando el motor eléctrico por sus ventajas. Parece probable que el hidrógeno será el vector energético para tales vehículos, que servirá para producir la electricidad necesaria para alimentar sus motores eléctricos. Este es un gran campo de investigación aplicada.

Así, el hidrógeno almacenado en depósitos, o por ejemplo en forma de hidruros metálicos, se combina con el oxígeno del aire en las Células, o Pilas de Combustible, o Pilas de hidrógeno (Pila de Combustible, 2022), (Fuel Cells, 2022), dando lugar a vapor de agua y electricidad. En las células de combustible se produce un proceso inverso al de la electrólisis del agua, y su eficiencia -si se aprovechara el calor residual- puede llegar a un 90%.

La ventaja es que el hidrógeno puede cargarse con rapidez al depósito de un vehículo, aunque su problema es la seguridad de dichos depósitos.

Las siguientes preguntas, para vehículos eléctricos, ya sean de baterías, o con Células de Combustible, serían: ¿Qué energía “primaria” ha servido para cargar las baterías o para producir hidrógeno?, ¿Esta energía “primaria” es limpia?, y ¿Qué eficiencia total tiene el sistema?

El hidrógeno necesario para las Células de Combustible del vehículo, se obtiene básicamente de la electrólisis del agua, por lo que necesita electricidad. También se necesita electricidad para llenar la batería que alimentará el motor eléctrico de un vehículo. Entonces, tanto el vehículo con Célula de Combustible como con batería, necesitan una electricidad “primaria”.

La respuesta a la segunda pregunta, sería: Si esta electricidad “primaria”, se ha generado de manera más o menos contaminante, por ejemplo, con el mix de producción actual de la red, se tendrá una generación de electricidad “primaria” mas o menos contaminante. Solo cuando la electricidad “primaria” se obtenga, por ejemplo, con energía renovable, entonces todo el

sistema será limpio, ya que no afectará al Medio Ambiente, tanto en la obtención de la electricidad “primaria”, como en el uso del vehículo.

En cuanto a la eficiencia de todo el sistema se obtendrá multiplicando los porcentajes de los rendimientos parciales de los subsistemas. Para determinadas configuraciones eléctricas podría ser un sistema con un buen rendimiento y además ser limpio.

VIVIENDAS CON USO DE ENERGÍAS RENOVABLES DISTRIBUIDAS

Hay masías de campo con terreno agrícola, hay viviendas unifamiliares con un poco de jardín en ciudades-jardín, hay urbanizaciones con casas adosadas y terreno común, hay pueblos cuyas casas en buena parte son vivienda unifamiliar, o poblados que disponen de terreno, hay casas plurifamiliares con terreno común, etc. En todas ellas sería fácil un aprovechamiento a pequeña escala de las energías renovables que les llegan.

El caso más simple sería el de una vivienda unifamiliar con un poco de jardín, que aprovechara diversos tipos de energías renovables que tiene a su alcance, y que por su naturaleza se definirían de tipo distribuido, en pequeña escala, o descentralizado.

Existen viviendas en diversos países que aprovechan uno o varios tipos de energías renovables que les llegan, y cada vez son más. Sus moradores consideran por su propio interés, para reducir costes económicos de los suministros de red, para contaminar menos al MA, y ser más independientes. También porque ayudan a su comunidad, o a su país, a no pagar tantas divisas por energías foráneas.

Es más, en estos casos, sus habitantes al disponer fácilmente de estos recursos renovables tendrían la obligación moral de aprovecharlos en bien de todos.

Para transformar la radiación Solar directa los aparatos más usados son los paneles térmicos, ya sea de agua para calentarla para el aseo, o de aire para calentarlo e introducirlo directamente en la vivienda para calefacción. Y cada vez más se usan los paneles fotovoltaicos, que transforman la radiación en electricidad para la vivienda.

La energía del viento (eólica), con los molinos ya sean de tipo mecánico para accionar una bomba para elevar agua, o de tipo eléctrico que dan electricidad y que pueden complementar la energía de unas placas fotovoltaicas.

También la energía geotérmica, que aprovecha la temperatura de la tierra calentada por el Sol. Una combinación interesante es una bomba de calor alimentada por electricidad de placas fotovoltaicas, como sistema acondicionador de aire para la vivienda. Así, con una potencia de

1kW, puede extraer del aire exterior, por medio de un intercambiador una cantidad de calor, o de frío, que equivale a la de un mismo sistema acondicionador, de 3 o 4kW sin intercambiador.

Las placas fotovoltaicas suministran electricidad durante las horas de Sol a las necesidades de la vivienda, y la que sobra, se inyecta a unas baterías de la casa, o a unas baterías de un coche eléctrico, o a la red. Por la noche, estas baterías podrían dar electricidad a la vivienda. Y si la batería del vehículo necesita cargar más electricidad, la puede obtener de la red de manera programada, en las horas nocturnas en que es más barata la electricidad.

CONCLUSIONES

El futuro se encamina hacia soluciones menos contaminantes que las que ha provocado el uso intensivo de las energías fósiles: carbón, petróleo, o gas, que ha tenido y tiene su efecto negativo en el aumento del CO₂ emitido a la atmósfera, por lo que aumenta la temperatura del planeta y cambia su clima. También, estas energías fósiles al estar irregularmente distribuidas han sido un problema en el reparto de la riqueza y ha provocado numerosos conflictos.

Para obviar estos problemas, se han establecido dos prioridades para que las cumplan las nuevas energías: Respetar el MA, y estar bien distribuidas para ser accesibles a todos.

Con estas prioridades, se han analizado las centrales nucleares actuales de fisión, que producen mucha energía concentradamente, y aunque emite poco CO₂ en su funcionamiento tiene dos grandes problemas: la posibilidad de graves accidentes radiactivos, y el de sus residuos, que ambos pueden afectar al MA. Otra cosa será la futura energía nuclear de fusión, mucho más limpia y segura. Pero tanto las centrales de fisión, como las futuras de fusión tienen el problema que necesitan mucha tecnología punta y mucho capital, por lo que no son accesibles a muchas sociedades humanas, y podrían crear muchas diferencias de riqueza y conflictos.

En cambio, las energías renovables en general son limpias, y bien distribuidas. No provocan cambio climático y su tecnología de aprovechamiento es relativamente sencilla y económica, por lo que están al alcance de muchas sociedades. Y si su captación es a pequeña o media escala, no habrá gran concentración de capital con el riesgo de crear diferencias de riqueza.

Hay aspectos del consumo energético necesario para las personas, que no deberían estar monopolizados o a merced de grandes intereses económicos, sino que habrían de ser un bien básico accesible.

En cuanto a la movilidad, el motor eléctrico tiene un excelente rendimiento e irá substituyendo al motor de combustión interna. En el caso de vehículos eléctricos, la electricidad que necesita su motor puede acarrearla consigo por medio de una batería si el vehículo es ligero, o si es pesado podría usar unas Células de Combustible de hidrógeno, para obtener electricidad. En ambos casos hay que producir previamente electricidad, y si esta proviene de fuentes renovables, todo el sistema sería limpio.

En la transición de las energías fósiles a las energías renovables, toda la sociedad tendrá que hacer un esfuerzo económico y tomar conciencia que la energía es un bien más o menos escaso que hay que ahorrar y aprovechar. Y los que puedan disponer de un espacio suficiente donde dé el Sol, o el viento, tendrían que colaborar a limitar su impacto al MA con la instalación de sistemas de aprovechamiento de estas energías renovables a pequeña escala. Actualmente en España hay un inmenso potencial de crecimiento.

REFERENCIAS

CARBONELL VALENTIN, F.X., LLOVERAS MACIÀ, J. (1999) “Parque eólico en el mar del Delta del Ebro” Actas del XV Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos. GA-10. Ed. Universidad de León, págs. 905-910. CD-ROM: ISBN: 84-89716-49-8.

EL CABRIL, (2022). Centro de Almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad radioactiva, <https://www.enresa.es/esp/inicio/actividades-y-proyectos/ca-el-cabril> [Acceso, 16 junio 2022]

FUEL CELLS, (2022). Células de Combustible
https://www.fueleconomy.gov/feg/esfcv_PEM.shtml [Acceso, 16 junio 2022]

GARCÍA-SORIANO, J. C., GARRIGÓS TORRES, J., LLOVERAS MACIÀ, J. (2000). Microcoches: el Futuro del Vehículo Eléctrico Urbano. Calidad e Innovación en los Transportes. IV Congreso de Ingeniería del Transporte CIT 2000. Ed. José V. Colomer – Alfredo García. Valencia, 7-9 de Junio, Vol. 4, p. 2567-2574. ISBN: 84-699-2601-2

IDAE, (2022). Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, <https://www.idae.es> [Acceso, 16 junio 2022]

IPCC, (2020). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
<https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/> [Acceso, 21 junio 2022]

ITER, (2022). International Thermonuclear Experimental Reactor
<https://www.iter.org/proj/inafewlines> [Acceso, 21 junio 2022]

JET, (2022). Join European Torus. <https://ccfe.ukaea.uk/research/joint-european-torus/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Joint_European_Torus [Acceso, 16 junio 2022]

LLOVERAS MACIÀ, J. (2007), Ecodesign: A Subject for Engineering Design Students at UPC. Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering (lce 2007), Waseda University, Tokyo, Japan, June 11th-13th, 2007. Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses. Ed: Takata, S. and Umeda, Y., Ed. Springer-Verlag London Limited, pp. 101-106. CD-ROM: A3-5. ISBN: 978-1-84628-934-7. e-ISBN: 978-1-84628-935-4

MOTOR ELÉCTRICO (2022). https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor [Acceso, 16 junio 2022]

PILA DE COMBUSTIBLE, (2022). Pila de Combustible o de hidrógeno
https://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_combustible [Acceso, 16 junio 2022]

STAMATIOS DIOLETTAS, LLOVERAS MACIA, J. (2001). “Las ventajas de la generación eléctrica distribuida”. Actas del XVII Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos. Murcia. CD-ROM: BB22.htm. Ed. Colegio oficial de Ingenieros Industriales de la región de Murcia. Murcia. ISBN: 84-932146-0-4.

STAMATIS DIOLETTAS (2005). Distributed energy resources: Prometheus of Renewable Energy. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona. Doctor Europeus. 07/10/2005. <https://futur.upc.edu/570898>
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=259549>

UNU, (2022). Universidad de la ONU, Tokyo. <https://unu.edu/explore> [Acceso, 16 junio 2022]