

ENERGÍAS RENOVABLES DESPLEGABLES: HACIA LAS MISIONES SOSTENIBLES

Resumen:

Ante la necesidad de ofrecer nuevas respuestas a la demanda energética en las misiones, reduciendo las externalidades negativas y el impacto ecológico sobre el territorio, debemos caminar hacia una progresiva reducción de la participación de los combustibles fósiles. Para ello tenemos que desarrollar y adaptar soluciones tecnológicas medio-ambientalmente aceptables, económicamente viables y logísticamente realizables en condiciones de seguridad y fiabilidad. Las energías renovables ofrecen ya interesantes posibilidades para constituir un mix energético que aproveche los recursos naturales disponibles sobre el terreno (viento, sol, recurso hídrico, biomasa, etc.). Soluciones de generación mediante energías limpias y renovables gestionadas a través de redes y micro-redes inteligentes.

Abstract:

Given the need to provide new answers to the energy demand in international humanitarian missions, by reducing the negative externalities and ecological impact, we must move towards a progressive reduction in the sharing of fossil fuels. To do this, we must develop and adapt environmentally and technological acceptable solutions that must be economically viable and logistically feasible. Renewables offer interesting possibilities to establish an energy mix that takes advantage of the available natural resources in the field (wind, sun, water, biomass, etc). Electric generation solution through renewable and clean energy, managed through micro-networks and intelligent networks.

Palabras clave:

Energías renovables, energía, misiones, humanitaria, recursos, impacto ecológico logística, eólica, solar

Keywords:

Renewable energies, energy, humanitarian, missions, resources, logistics, ecological impact, wind, solar

EL RETO DE LA EFICIENCIA, DE LA EFICACIA Y LA SOSTENIBILIDAD

Las Fuerzas Armadas, así como la pluralidad de actores que participan habitualmente en las diferentes misiones internacionales, se ven confrontados sistemáticamente con la necesidad de garantizar el aprovisionamiento de las fuerzas o el personal desplegado sobre el terreno. Despliegues que se producen normalmente a miles de kilómetros de distancia del propio país y de las bases permanentes. Aprovisionamientos y suministros en entornos con condiciones climáticas extremas. Unas condiciones que dificultan el acceso a fuentes de suministro básicas como el agua, los alimentos, la electricidad, el combustible, el saneamiento o el drenaje de las instalaciones.

Además de las necesidades para garantizar la cadena logística de suministros, en los últimos años el despliegue de nuevas misiones se enfrenta a nuevos retos que nos obligan a repensar y mejorar los métodos de planificación y gestión de los recursos, para garantizar la autonomía y la viabilidad del despliegue de tropas militares o personal civil sobre el terreno. La crisis económica, la estrechez de recursos financieros y económicos, y por tanto la limitación de recursos materiales y equipos, hacen que sea necesario desplegar nuevas políticas y métodos que mejoren la eficacia y la eficiencia en la gestión de los recursos.

Por otro lado, las consecuencias e impacto del cambio climático en el planeta, y la mayor concienciación medioambiental de la sociedad, nos obligan a caminar hacia formas y modelos de gestión más sostenibles en todos los ámbitos de la gestión pública y privada. Nuevas soluciones que hacen necesaria la innovación en productos y procesos para reducir al máximo el impacto ambiental y la huella ecológica en los territorios donde se despliegan las misiones internacionales, ya sean éstas civiles o militares. No es suficiente ya con desplegar unidades para combatir una catástrofe humanitaria o natural, enviar tropas de interposición para contribuir a la paz o a la estabilización de un país o un territorio. Se nos urge además, a reducir al máximo las externalidades negativas y el impacto ecológico sobre el territorio por la presencia de campamentos provisionales o permanentes.

En ese contexto, en cualquier despliegue de medios civiles o militares, la generación eléctrica y el acceso a la energía son elementos críticos ineludibles. Un recurso indispensable para poder responder a las necesidades que surgen sobre el terreno. Los despliegues precisan de fuentes de energía fiables y seguras para satisfacer la demanda de las necesidades operacionales. Necesidades que se desarrollan en entornos altamente complejos, debiendo garantizar en todo momento las capacidades militares, la proyección y el eventual empleo de la fuerza, así como la alimentación constante de todos los equipos del despliegue que no pueden acarrear disminución alguna en la operatividad de las misiones. Unas necesidades energéticas y unas previsiones de recursos y potencias, que están muy por encima de los usos normales en entornos residenciales o industriales. Una realidad que hace especialmente complicado poder encontrar el equilibrio entre la eficacia en sentido militar, con el ahorro y la eficiencia en sentido energético.

Sin embargo, la dificultad de conciliar las necesidades de reserva y disponibilidad de potencia energética en misiones y despliegues operacionales, no significa que no se puedan estudiar e implementar soluciones innovadoras. Tenemos ya disponibles en el mercado soluciones energéticamente sostenibles que permiten desplegar equipamientos adaptados para algunas de las realidades que conforman las misiones civiles y militares que conocemos hoy.

No hay dos operaciones de despliegue iguales, pero podemos definir unos rasgos característicos que nos orientan a priori sobre la dificultad objetiva y operativa de unas misiones frente a otras en relación a la disponibilidad y previsión de acceso a los recursos energéticos en un territorio o país. Así, desde el punto de vista energético, se deben distinguir entre misiones independientes -sin apoyo alguno en la zona-, misiones con presencia de un contingente internacional -con apoyos puntuales en alguna parte de la cadena de suministro-, o bien misiones con apoyo de la nación anfitriona -con apoyo regular y facilidades para los suministros-. Situaciones muy distintas que se tienen presentes a la hora de poder diseñar y desplegar las soluciones energéticas indispensables en el despliegue

de un contingente determinado en un territorio y que requiere de soluciones adaptadas a la realidad del entorno.

La reflexión sobre la autonomía energética y la sostenibilidad en las misiones, no puede estar basada en mensajes buenistas o bien intencionados. Hace falta hacerlo sobre la base de la gestión de la complejidad, ofreciendo un horizonte de medidas, políticas e iniciativas que sean creativas, audaces, innovadoras pero sobre todo posibles. Es decir, que sean fáciles de implementar y ejecutar, y se ajusten a la realidad de las misiones. Y en ese terreno la cuestión de los pesos y los volúmenes juegan un papel fundamental.

Las necesidades en los despliegues militares, tienen en cuenta una serie de requisitos y necesidades energéticas que podemos dividir en dos grupos fundamentalmente: por un lado los pequeños equipos remotos (como baterías, equipos de comunicación, etc) y por otro, las necesidades de equipos potencia media y grande (como generadores de hasta 300kva en instalaciones permanentes o semipermanentes). Instalaciones redundantes y con sistemas de gestión energética alimentados casi siempre por combustibles fósiles y fácilmente transportables por medios convencionales.

Así pues, a la hora de introducir cualquier innovación y mejora, ya sea en equipos de generación, como en sistemas de ahorro y eficiencia energética, se deben tener en cuenta además de la fiabilidad de los equipos, y la sencillez en su manejo y gestión, las facilidades logísticas de los mismos. El peso y el volumen, deben estar alineados con los medios de transporte disponibles en la zona de operaciones, lo que supone un reto importante a la hora de pensar en el despliegue de medios de generación con medios no convencionales, esto es, la generación con energías renovables para alcanzar potencias importantes más allá de la micro-generación. En definitiva, el reto que se nos plantea es hacer posible la implantación de un modelo de generación energética distribuida con renovables que sea a la vez fiable, eficiente y sostenible.

LA HORA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES DESPLEGABLES

El despliegue de las misiones actuales son un ejemplo de las posibilidades y el potencial de la generación distribuida para dar respuesta a las necesidades energéticas de las unidades sobre el terreno. Sin embargo, éstas son muy costosas tanto desde el punto de vista económico, como desde el punto de vista de la seguridad ante las dificultades de garantizar las cadenas de suministro en entornos hostiles y peligrosos. De igual forma, tienen un considerable impacto medioambiental sobre el territorio, al basarse el funcionamiento y autonomía los actuales equipos y equipamientos desplegados casi exclusivamente en los combustibles fósiles.

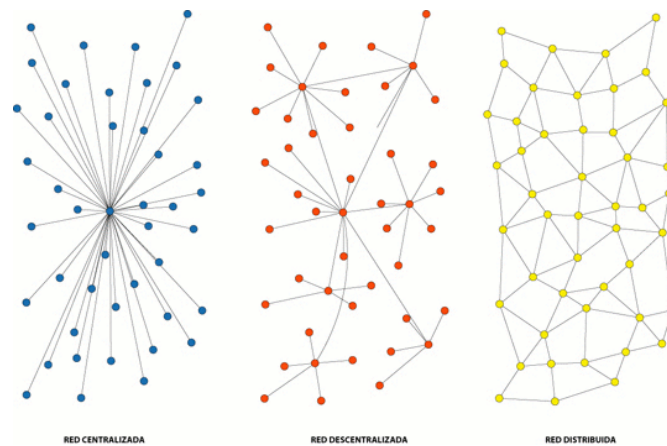
El previsible fin de la era del petróleo barato y la volatilidad de precios, tiene un enorme impacto a corto y medio plazo en las misiones. Hace que sea difícil gestionar de forma razonable las previsiones de consumos y costes. Algunas previsiones anuncian que el petróleo subirá enormemente de precio en los próximos veinticinco años hasta superar los US\$200 por barril, y que alcanzará su pico de producción en 2035, según el escenario más optimista del informe "*World Energy Outlook*"¹, documento que establece las proyecciones en materia de energía por parte de la Agencia Internacional de Energía (IEA). La propia IEA, reconoce que la era del petróleo barato está llegando a su fin. Cada vez es más difícil y costoso extraer el oro negro, lo que incrementará su precio a medida que nos acercamos al momento en que éste alcance su punta de producción.

Si a todo eso le sumamos el impacto de las crisis geopolíticas –como en los países del Magreb o en Oriente Medio -, las crisis nucleares -como en Japón-, la especulación de operadores e intermediarios, y el aumento de la demanda por parte de potencias emergentes, podría hacer escalar los precios de forma exponencial. Eso es al menos lo que piensan algunos prominentes responsables del sector, como **Christophe de Margerie**, el presidente de la petrolera francesa **Total**, que declaró en una entrevista publicada en el

¹ <http://www.worldenergyoutlook.org/>

diario *Le Parisien* en abril de 2011, que el precio del litro de **gasolina** puede alcanzar los dos euros. El fin del petróleo barato nos obliga a pensar en un nuevo paradigma y a un nuevo modelo energético que abandone progresivamente el petróleo como principal sustento energético.

La respuesta a todo ello es caminar hacia la implantación de un nuevo modelo energético basado en la generación distribuida con energías renovables. Ésta consiste básicamente, en generar y producir energía limpia cerca de los puntos de consumo o en los mismos puntos de consumo.. El sistema de generación energética distribuida con renovables, es sin lugar a dudas, el modelo de desarrollo del que se hablará y mucho en los próximos años. La razón principal es que es un modelo que nos permite avanzar hacia soluciones energéticas autónomas y descentralizadas en régimen de autoconsumo (o bien conectadas a la red). Permite igualmente reducir de forma muy importante la huella ecológica, al tiempo que ofrece todo un abanico de beneficios a las comunidades y territorios donde se implanta.



a. Evolución del modelo energético

Hasta la fecha, la utilización de estas tecnologías en misiones internacionales, han estado reservadas a los pequeños equipos remotos. En los últimos años, la inversión en I+D+i y las curvas de aprendizaje, han permitido dar un importante salto adelante en el desarrollo de soluciones tecnológicas renovables. Ese salto se ha traducido en desarrollos industriales que permiten tener ya hoy disponible en el mercado equipos fiables y robustos que ofrecen seguridad en el suministro con energías renovables de media potencia. No podemos

desdeñar sin embargo, que todavía queda un largo camino por delante para madurar y mejorar este modelo, pero las nuevas tecnologías avanzan muy rápidamente y el camino está trazado.

Podemos afirmar ya, que estamos más allá del punto de partida hacia un sistema eléctrico más flexible, limpio y descentralizado. Desde hace años, muchas empresas han invertido en equipamientos para producir y consumir su propia energía y hoy disponemos ya de tecnologías y equipamientos de tecnología 100% española que ofrecen nuevas formas de producción y distribución de energía de pequeña y mediana potencia que son altamente eficaces y eficientes. Son equipos que permiten desarrollar plataformas para producir energía para el autoconsumo en polígonos industriales, equipamientos municipales o ciudades pequeñas que pueden ser fácilmente adaptables a las misiones civiles o militares. Equipos que permiten acercarnos a la tan anhelada sostenibilidad, seguridad en el suministro y competitividad.

Sin embargo, ante las características propias y especificidades de los despliegues militares y sus altísimas demandas energéticas, hemos de ser prudentes, y trabajar todavía más y mejor para ofrecer respuestas que garanticen la seguridad y la calidad del abastecimiento. En la actualidad, todavía subsisten algunos problemas en el desacople entre la producción eléctrica de las renovables, su intermitencia y la demanda. En otras palabras, no siempre se genera energía cuando se necesita, lo que nos interpela a seguir buscando soluciones para garantizar el almacenamiento energético con costes razonables y conseguir un suministro continuo en base a renovables intermitentes gestionadas por mini redes inteligentes.

Pero los costes de generación de las energías renovables son cada día más competitivos. En circunstancias de recurso eólico favorable, la energía eólica es ya competitiva, mientras que la solar lo será en menos de cuatro años. Otras energías renovables seguirán este camino a medio y largo plazo. Sin embargo, una de las claves para su aprovechamiento, consiste en no solo poner el acento en la gestión de la oferta, sino gestionar de forma más inteligente la demanda como mejor forma de aliviar la presión sobre la generación de energía.

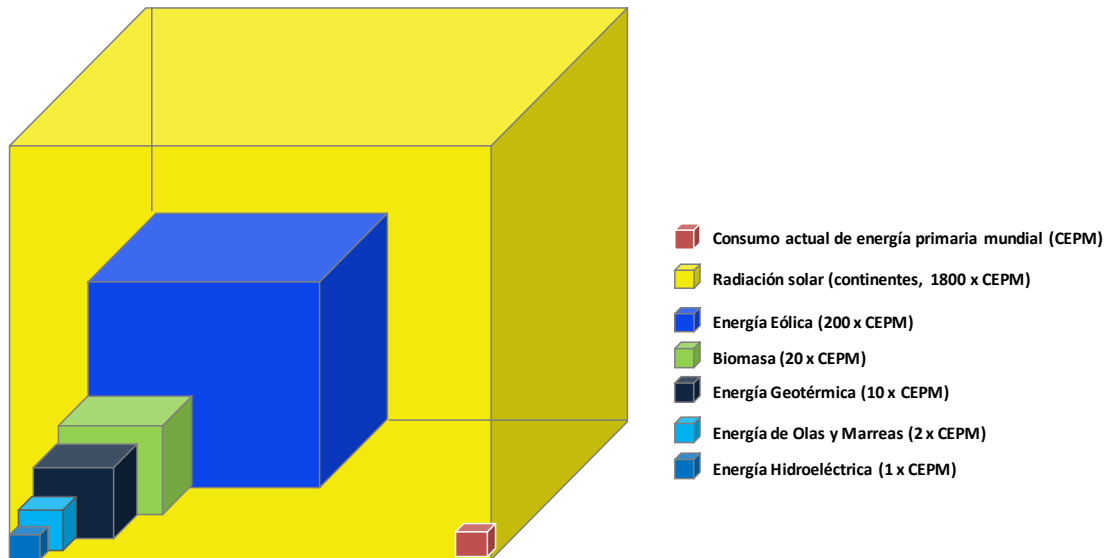
Con una gestión inteligente de la oferta y de la demanda, podemos dar un salto hacia adelante para que las renovables dejen de ser un elemento minorista o residual de las energías desplegadas, para que pasen a ser el elemento central de una buena parte del mix energético en los equipos y equipamientos desplegados sobre el terreno. Una realidad que puede ser implementada sobre todo en los campamentos fijos y permanentes, apostando por una nueva forma de producir, distribuir y consumir energía basada en la producción de energía de pequeña y mediana potencia a partir de energías renovables o de cogeneración.

LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

Una de las grandes ventajas de las energías renovables son su modularidad, la flexibilidad y su capacidad de adaptación a los recursos existentes en cada territorio. La puesta en marcha de sistemas de generación con energías renovables en zonas aisladas, no deben suponer un reto logístico insalvable, y deben presentar una solución energética adaptada a los recursos de cada una de las zonas donde serán desplegados. Las soluciones deben garantizar, además, la viabilidad del suministro energético con unos costes asumibles.

En este sentido, y considerando las necesidades de las misiones, podemos identificar diversas tecnologías renovables que cumplen con los requisitos descritos, y son lo suficientemente flexibles como para adaptarse a cualquiera de las condiciones que dichas misiones plantean. Son tecnologías disponibles ya en el mercado y que pueden ser perfectamente adaptables para constituirse en energías renovables desplegadas. Tecnologías que combinadas con fuentes convencionales, pueden constituir una alternativa a corto y medio plazo para ofrecer autonomía energética y reducir la huella ecológica de las misiones.

El potencial de las energías renovables es enorme, y la disponibilidad de los recursos está en, prácticamente, cualquier rincón del planeta, ya sea luz, viento, agua, tierra o biomasa.



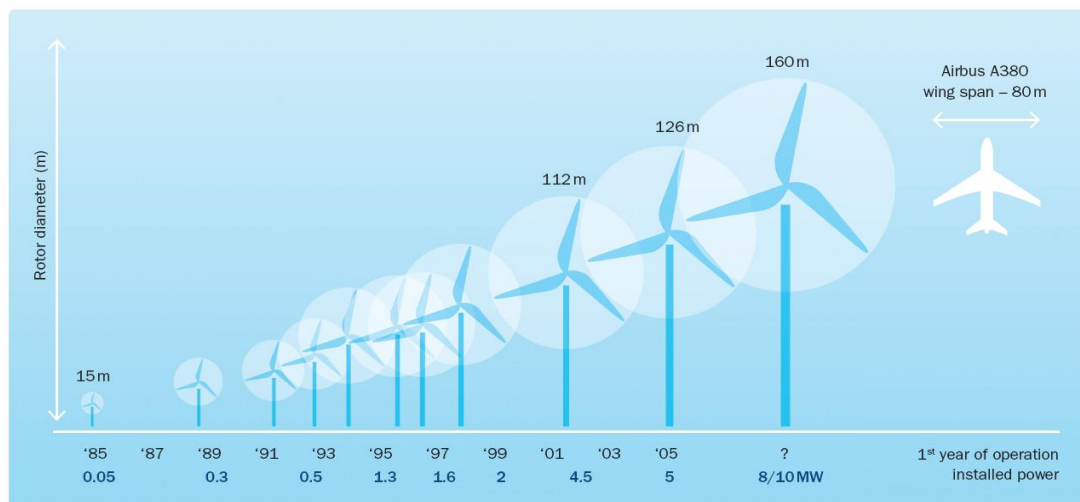
Potencial teórico físico de las Energías Renovables²

a. Energía Eólica de media y pequeña potencia

La energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. Los aerogeneradores que se comercializan hoy en día, se pueden dividir en cuatro segmentos de potencia:

Microgeneración:	hasta 10 kW
Potencia Pequeña:	hasta 100kW
Potencia Media:	hasta 750 kW
Potencia Grande:	más de 750kW

² Nitsch, F. (2007): Technologische und energiewirtschaftliche Perspektiven erneuerbarer Energien, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



Evolución del tamaño de los aerogeneradores³

El desarrollo de la tecnología en los últimos años, ha seguido un proceso de optimización y mejora de los diseños y procedimientos de fabricación, pasándose en pocos años de aerogeneradores de 100 kW y diámetro de rotor de unos 20 metros a máquinas de 600 kW con diámetros superiores a los 40 metros. Eso ha supuesto una disminución importante del precio de los aerogeneradores, y de los costes de operación y mantenimiento. Dentro de este desarrollo de la tecnología, el elemento que más destaca ha sido el incremento progresivo del tamaño de las turbinas, hasta llegar a las actuales máquinas comerciales de potencia unitaria superior a varios MWs.

Sin embargo, sin descartar ni una de las opciones de potencia, y considerando las necesidades energéticas y las limitaciones logísticas de las misiones, la mediana potencia encaja perfectamente con las necesidades y requisitos al ser una tecnología modulable y flexible. Por sus aplicaciones, los aerogeneradores eólicos de media potencia pueden trabajar de manera aislada o agrupados en pequeños parques eólicos.

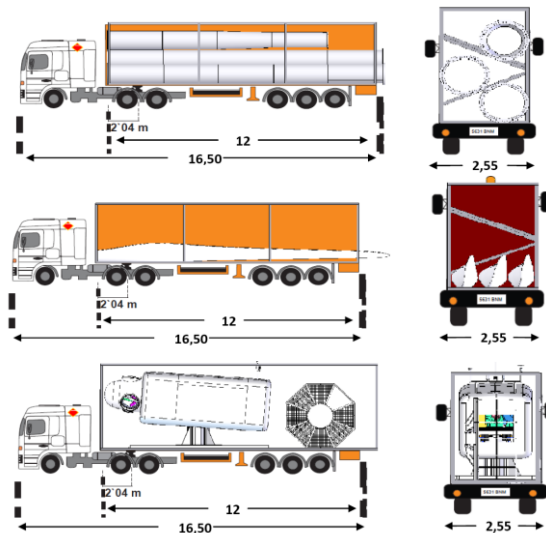
Así, los aerogeneradores de mediana potencia, sobre todo aquellos que se sitúan en la franja entre los 100kw y los 200kw, tienen un alto potencial para campamentos o cuarteles fijos, ya

³ European Wind Energy Association

que pueden ser utilizados tanto para conexión a red, como para aplicaciones en redes aisladas donde la demanda eléctrica es alta. Además, tienen la ventaja de producir energía de origen autóctono en el mismo lugar donde se genera la demanda, reduciendo las exigencias de la cadena de suministro y las pérdidas en transporte, pudiendo ser transportadas e instaladas por medios convencionales.

Sistemas aislados vs. Sistemas conectados a la red eléctrica

Es evidente que las instalaciones conectadas a la red tienen un mejor potencial de aprovechamiento del recurso eólico al poder compensar con la red tanto los posibles excedentes de energía así como los déficits en el autoconsumo. La generación eléctrica con energía eólica depende de la entrega de energía de acuerdo con la velocidad del viento, que es intermitente. La red ofrece así estabilidad y seguridad en el suministro, haciendo de “acumulador” de energía siempre disponible. Pero esta solución solo es posible en misiones con un consistente apoyo de la nación anfitriona. Algo que no es evidente en la mayoría de los casos por la realidad geopolítica así como por la infraestructura del país.



Transporte de un aerogenerador de media potencia⁴

La energía eólica de media potencia, puede también cubrir las necesidades de la demanda en el caso de las instalaciones aisladas, pero es necesario sustentarlo en sistemas de

⁴ Electria Wind

acumulación y gestión inteligente para conciliar la cantidad de energía generada y demandada. Para ello, tenemos ya muy desarrolladas soluciones híbridas que sustentadas en un *mix energético* y gestionadas por redes y micro-redes inteligentes, pueden dar cumplida respuesta a las necesidades energéticas sobre el terreno disminuyendo de forma importante la dependencia energética de la cadena de suministro al tiempo que reduce la huella ecológica, y en muchos casos, el coste del kWh.

Así, la eólica de media potencia pueda constituir un elemento rentable y eficiente en los sistemas de generación eléctrica en campamentos o cuarteles fijos en el marco de misiones internacionales. Pueden apoyarse ya en el desarrollo de las soluciones de I+D+i y los procedimientos de fabricación en base a las economías de escala y a un aumento en el suministro de componentes específicamente diseñados para su empleo en esos entornos, lo que repercutiría en la reducción de los costes y operatividad de los mismos.

b. Energía Fotovoltaica

La energía fotovoltaica es una tecnología desplegable altamente interesante. Es flexible, limpia, fácil de mantener y adaptable a cualquier circunstancia, pero debe integrarse en las instalaciones y campamentos de forma inteligente para minimizar la ocupación del espacio disponible.

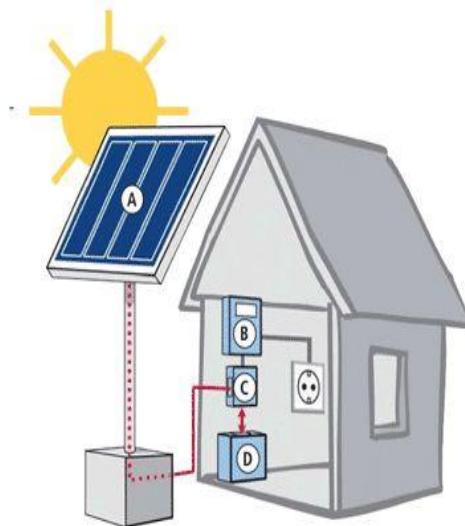
Fotovoltaica literalmente significa “luz de electricidad”; “foto” viene de la palabra Griega “phos”, que significa “luz” y “volt” del científico italiano *Alessandro Volta*, pionero en el estudio de la electricidad. La cantidad de rayos solares que alcanzan la tierra diariamente son suficientes como para abastecer en 10.000 veces las necesidades globales de energía. Esta tecnología, que en un principio fue desarrollada para aplicaciones en el espacio, tiene innumerables ventajas, y su versatilidad, hace que sea fácil de instalar en cualquier lugar donde el único requisito es que salga el sol.

La electricidad generada puede ser utilizada directamente por el usuario para aplicaciones aisladas de electrificación de viviendas, puestos sanitarios, así como muchas otras

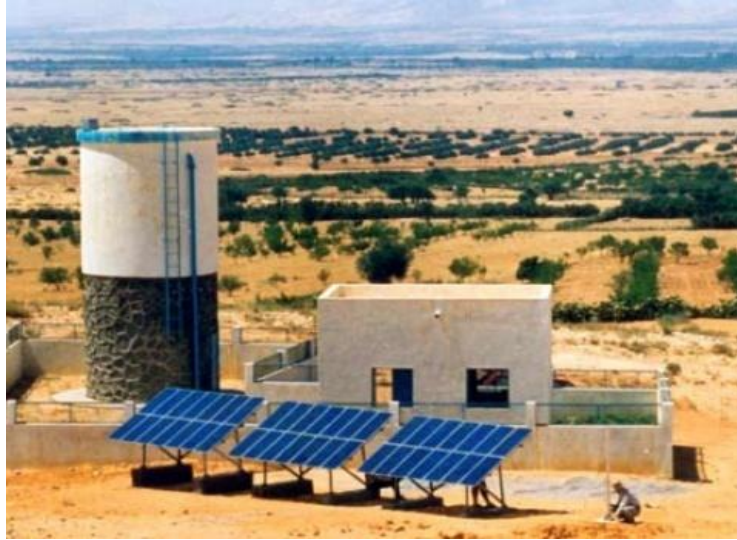
aplicaciones como bombeos solares, desalinización, telecomunicaciones, etc. Puede trabajar de forma aislada así como conectarla a la red eléctrica existente.

La tecnología fotovoltaica actual está basada en semiconductores, siendo las obleas basadas en silicio cristalino la tecnología dominante por varias razones. Primero, es abundante, segundo, es fiable y de fácil manipulación, y tercero, es muy conocida. Una tecnología que basa sus fundamentos en el conocimiento y la experiencia de la industria de la microelectrónica.

Son dos las tipologías de uso de los sistemas fotovoltaicos. Primero, los sistemas de conexión a red, los cuales se han convertido en los más populares en los países desarrollados donde están los mayores mercados fotovoltaicos del mundo. Y segundo, los sistemas aislados, cuya versatilidad les convierte en la mejor solución para el medio rural o lugares remotos donde la red eléctrica no llega. En estos sistemas, los módulos están conectados a una batería, a través de un regulador, con el fin de almacenar la electricidad para que pueda ser utilizada por la noche.



Sistema solar fotovoltaico aislado



Sistema fotovoltaico de electrificación y bombeo de agua, Túnez⁵

La energía solar fotovoltaica, por sus características modulares, tiene una amplia gama de posibles aplicaciones para convertirse en una tecnología desplegable. Entre las aplicaciones más importantes de los sistemas aislados están; suministro de electricidad para aplicaciones industriales, telecomunicaciones, protección catódica, y otras aplicaciones que demandan poca electricidad. Asimismo pueden ofrecer electricidad para viviendas o cubrir las necesidades básicas para potabilizar agua, iluminación en espacios comunes, escuelas, centros comunitarios o sanitarios, etc. Toda una gama de posibilidades si se integran de forma inteligente en los edificios, equipamientos, equipos y entornos de una misión internacional.

Todo ello con unos costes que están reduciéndose a toda velocidad. En España las tarifas fijadas para la generación eléctrica con energía fotovoltaica han bajado un 70% en los últimos cuatro años y se prevé que seguirán bajando en los próximos años. Como en el caso de otras tecnologías renovables, la energía solar fotovoltaica puede parecer que sufre de un considerable coste de inversión inicial. No obstante, los costes de operación y mantenimiento son muy bajos, lo que compensa con creces esa inversión, ya que reduce considerablemente la dependencia de la cadena de suministro de los combustibles fósiles.

⁵ Alliance for Rural Electrification

De igual forma, el sector está trabajando intensamente en i+D y nuevas soluciones, con el fin de optimizar los procesos de fabricación y montaje, aumentar la vida útil de los módulos y mejorar los ensamblajes y las técnicas de instalación y interconexión de células y módulos. También se trabaja con buenos resultados en el desarrollo de sistemas electrónicos de acondicionamiento de potencia, gestión y seguimiento de instalaciones, y el establecimiento de prácticas de control y fiabilidad en cuanto a intermitencia y seguridad del suministro fotovoltaico.

En definitiva, tenemos ya disponibles, sistemas que aseguren un buen acoplamiento entre suministro y demanda eléctrica, incluyendo sistemas de almacenamiento de refuerzo energía eléctrica temporal y sistemas de almacenamiento, así como aplicaciones en diseño de sistemas solares, seguimiento solar, control y gestión remota del servicio.

c. Energía Mini hidráulica

Una central minihidráulica o minihidroeléctrica es un tipo especial de central hidroeléctrica. Utilizada para la generación de energía eléctrica a partir de la energía potencial o cinética del agua. Las mini centrales han sido muy utilizadas a lo largo del tiempo debido a su pequeño tamaño, adaptabilidad, y al ser una tecnología madura de costes bajos. Sin embargo solo puede utilizarse allí donde hay un recurso hídrico suficiente.

Aunque no hay consenso a nivel europeo respecto a la potencia máxima instalada que puede tener una central para ser calificada como mini central hidroeléctrica, es generalmente aceptado que no debe sobrepasar los 10 MW. Las mini centrales hidroeléctricas están condicionadas por las peculiaridades y características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas, y según el emplazamiento, se realiza la siguiente clasificación general:

- Centrales de agua fluyente. Captan una parte del caudal del río, lo trasladan hacia la central y una vez utilizado, se devuelve al río.

- Centrales de pie de presa. Se sitúan debajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros usos, aprovechando el desnivel creado por la propia presa.

Los componentes básicos de una central son la obra civil y el equipamiento electromecánico (turbinas, generadores, elementos de regulación, transformadores, celdas y cuadros eléctricos, líneas eléctricas, etc). La turbina hidráulica es el elemento clave de la mini central. No existen turbinas estándar, la elección de un tipo u otro de turbina, dependerá del salto (grande o pequeño) y del caudal (variable o constante, alto o bajo), clasificándose en dos grupos: turbinas de acción y turbinas de reacción.

Las “turbinas de acción” son aquellas que aprovechan únicamente la velocidad del flujo de agua para hacerlas girar. Las “turbinas de reacción” cuentan con un diseño de rotor que permite aprovechar la presión que aún le queda al agua a su entrada para convertirla en energía cinética. Esto hace que el agua al salir del rotor tenga una presión por debajo de la atmosférica.

Una planta mini-hidráulica puede ser un buen recurso en algunas zonas y constituir un elemento del mix energético como complemento y apoyo a otras tecnologías limpias como la eólica, la fotovoltaica o la biomasa.

CONCLUSIÓN: HACIA UN MIX ENERGÉTICO GESTIONADO POR REDES INTELIGENTES

La necesidad de ofrecer nuevas repuestas a la cobertura de la demanda energética y eléctrica para las misiones desplegadas a medio y largo, deberán basarse ineludiblemente en una progresiva reducción de la participación de los combustibles fósiles. Ello será posible a medida que desarrollemos y adaptemos soluciones tecnológicas que ya existen a esas realidades. Soluciones que tienen que ser medio-ambientalmente aceptables pero también, económicamente viables y logísticamente realizables por medios convencionales y en condiciones de seguridad y fiabilidad.

Las energías renovables desplegadas, presentan ya interesantes posibilidades para la producción de energía eléctrica, especialmente en el caso de la eólica, fotovoltaica y pequeña hidráulica, así como para la generación de calor a través de tecnologías que aprovechan la biomasa o el calor del sol. Sin embargo, su carácter de intermitentes, y diversos condicionantes técnicos de su utilización, hacen que su contribución sea limitada, y nos obligue a proveer centrales y plantas de generación convencionales para la producción de energía eléctrica en los momentos en que las mismas no están disponibles. Por lo tanto, a corto y medio plazo, las misiones deberían poder diseñarse sobre la base de un mix energético según el estudio del recurso disponible sobre el terreno (viento, radiación solar, recurso hídrico, biomasa disponible). Soluciones que compensen la pérdida de generación derivada de la disminución de la participación de los combustibles fósiles con energías limpias y renovables gestionadas a través de redes y micro-redes inteligentes.

Tenemos que caminar ya hacia campamentos, equipamientos y equipos fijos desplegados sobre el terreno, basados en la planificación y el diseño inteligente. Una planificación y gestión relativamente sencilla con la tecnología disponible en el mercado. Sistemas basados en una mayor interconexión entre los nodos de la red, combinados con un sistema de teledatada y telegestión de monitorización y control. Las redes inteligentes - *smart grids* -, están basadas en la máxima de que la red se convierta en un sistema capaz de medir en todo momento las generaciones y los consumos eléctricos – gestión de la oferta y la demanda -, y gestionarlos de forma que maximice la eficiencia del sistema.

En definitiva, es interesante y rentable aprovechar todo el potencial de beneficios políticos, económicos, sociales y medioambientales de la generación distribuida con renovables. Para ello tenemos que desarrollar los tres pilares fundamentales simultáneamente para transitar hacia un nuevo círculo virtuoso en los sistemas energéticos en misiones desplegadas: la implantación progresiva de las energías renovables como parte del mix energético, el desarrollo de tecnologías de almacenamiento, y el diseño de sistemas inteligentes de gestión de redes de energía. Un reto que está ya al alcance de la mano y que con un pequeño

esfuerzo de colaboración civil y militar puede situar a España a la vanguardia de los países que diseñan nuevas y audaces soluciones.

Pau Solanilla Franco

Director Comunicación y Relaciones Institucionales

Álvaro Ponce Plaza

Coordinador de Proyectos Compañía Eléctrica

para el Desarrollo Sostenible

Las ideas contenidas en los Documentos de Opinión son de responsabilidad de sus autores, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento del IEEE o del Ministerio de Defensa.