

# GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EDIFICACIONES

David G. Moscoso<sup>1</sup>

**Abstract**—This paper offers an overview of the most relevant approaches to distributed generation. While the comfort of implementing automation systems is one of the most important challenges for designers so is the optimization of resources and self-sustainability that can offer. The growing world population and focused level with greater presence in cities creates the need for an ecological vision to ensure a decent standard of living for all humans. The environmental impact caused by the use of fossil fuels to supply energy to households is an issue that has been raised decades ago and gaining strength every year because the consequences are increasingly visible. The use of renewable energy is undoubtedly the best way to reach a viable solution. In many countries, systems such as hydro, wind, nuclear or solar farms are already generating a significant percentage of the total power in their distribution networks, however for many nations this figure does not exceeds that obtained with traditional polluting means. A relatively new approach for energy sustainability of buildings is adding an extra power to their electrical microgrid that is generated in the same place or in a near place. For this purpose there are different ways of generating or obtaining electricity, among which solar and wind by high efficiency.

**Index Terms**—Distributed generation, energy sustainability, alternative energy, renewable energy.

**Resumen**—El presente artículo hace una revisión de los planteamientos más relevantes en la generación distribuida. Si bien la comodidad que ofrece la implementación de sistemas domóticos es uno de los desafíos más importantes para los diseñadores también lo es la optimización de recursos y la autosostenibilidad que puedan ofrecer. La creciente población a nivel mundial y enfocada con mayor presencia en las ciudades crea la necesidad de una visión ecológica que garantice un nivel de vida digno para todos los humanos. El impacto ambiental que ocasiona el uso de combustibles fósiles para abastecer de energía a los hogares es un problema que ya ha sido planteado décadas atrás y que cobra fuerza cada año debido a que las consecuencias son cada vez más visibles. El uso de energías renovables es sin duda la mejor alternativa para llegar a una solución viable. En muchos países, sistemas como centrales hidroeléctricas, eólicas, nucleares o parques solares ya están generando un importante porcentaje de la potencia total en sus redes de distribución, sin embargo para muchas naciones esta cifra no supera a la que se obtiene con medios contaminantes tradicionales. Un planteamiento relativamente nuevo para la sostenibilidad energética de edificaciones, es la adición de una potencia extra a su microred eléctrica que es generada en el mismo sitio o en un lugar cercano. Para este fin existen diferentes maneras de generación u obtención de energía eléctrica, entre las que destacan la solar y la eólica por su alta eficiencia.

**Palabras Clave**—Generación distribuida, sustentabilidad energética, energías alternativas, energías renovables.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca, Autor para correspondencia: dmoscoso1@est.ups.edu.ec.

## I. INTRODUCCIÓN

El problema del abastecimiento energético para las construcciones, la necesidad de establecer medidas de protección medioambiental y la no dependencia del petróleo son algunas de las razones por las cuales desde hace algunos años se ha diversificado la generación de energía eléctrica con sistemas no contaminantes. Con esta premisa se ha ideado un nuevo enfoque en la obtención energética, la generación distribuida, que consiste en la generación de energía eléctrica por medio de muchas pequeñas fuentes de energía en lugares lo más próximos posibles a las cargas.

Los sistemas empleados como fuentes de energía distribuida son plantas de generación de energía a pequeña escala (normalmente entre el rango de 3 kW a 10 kW) usadas para proporcionar una alternativa o una ayuda a las tradicionales centrales de generación eléctricas.

## II. CARACTERÍSTICAS DE UNA VIVIENDA SUSTENTABLE

Una vivienda sustentable es la vivienda o barrio con características de diseño y construcción orientados al ahorro de agua y energía, el confort, la accesibilidad, la seguridad y la creación de un desarrollo económico y social. El desarrollo sustentable trata de crear un equilibrio entre los aspectos económicos, ambientales y sociales. [1]

Una vivienda sustentable moderna debe cumplir con algunas características que solventan algunos de los problemas más grandes que enfrentan las sociedades en la actualidad y por lo tanto son enfocados básicamente la optimización en la utilización de recursos como el agua y la energía eléctrica considerando para esta última la generación distribuida.

Los factores esenciales para una vivienda de este tipo se clasifican por categorías.

### A. Energías renovables

- Uso de paneles solares en los techos para generar electricidad.
- Turbinas de viento para electricidad extra.
- Colectores solares para agua caliente.
- Monitoreo frecuente en bombas y ventiladores para minimizar la energía.
- Vidrios con selectividad espectral. [3][4]

### B. Ahorro de energía

- Analizadores de energía para el consumo de energía total.
- Conductos autoaisladores de poliuretano para eliminar fugas y asegurar las condiciones higiénicas.

- Almacenamiento de hielo durante la noche, momento en el que el coste de la electricidad es más baja y pueda ser utilizado durante el día. [3][4]

### C. Calefacción

- Calefacción proveniente del suelo en zonas húmedas.
- Sensores de CO<sub>2</sub> para comprobar el retorno del aire en aire acondicionado.
- Bomba de calor proveniente del subsuelo para regular el agua y obtener suministro caliente en invierno y frío en verano.
- Aislamiento térmico en techo y paredes para minimizar la acumulación y la pérdida de calor.
- Triple acristalamiento en las ventanas para la pérdida de calor y reducción del ruido externo.
- Uso del calor almacenado en el concreto y en las computadoras para el aire acondicionado. [3][4]

### D. Iluminación

- Tubos luminosos para el alumbrado.
- Tubos de luz para la transferencia de la luz del día exterior en los espacios interiores.
- Multi-sensores sensibles a la luz y el movimiento, para el control de los interruptores de iluminación.
- Un programa basado en el tiempo para sincronizar con el sistema de iluminación. [3][4]

### E. Ahorro de agua

- Urinarios sin agua.
- Aprovechar la vegetación autóctona de la zona y utilizar el mínimo de agua al momento de hacer trabajos del paisajismo.
- Un segundo sistema de tuberías para la reutilización de aguas grises en inodoros.
- Sistema de riego por goteo con la recolección de agua de lluvia. [3][4]



Figura 1. Calentador de agua a base de energía solar [2]

## III. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Dentro de las diferentes formas de aprovechamiento de la energía solar, la fotovoltaica es la única que la convierte directamente en electricidad, sin quemar ningún tipo de combustible por lo que no contamina, es silenciosa porque carece de partes móviles, se instala fácilmente, incluso por partes, generando energía eléctrica de manera inmediata y, gracias a los recientes avances en la materia, con poco riesgo tecnológico. [2][16]

Para la transformación de la energía de la radiación solar en electricidad se requiere que se cumplan tres aspectos fundamentales:

- Existencia de una unión p-n.
- Incidencia de fotones con energías igual ó mayor que la banda prohibida del semiconductor.
- Producción de portadores de carga libres (electrones y huecos), difusión y separación de los portadores a través del campo creado en la unión ó heterounión y colección final de los portadores por los electrodos respectivos de la celda solar. [2][5]

Una celda solar es el dispositivo donde ocurren los tres eventos antes mencionados. La celda solar es un dispositivo electrónico constituido por una unión p-n que convierte directamente la energía de la radiación solar en energía eléctrica. Al incidir la luz sobre una celda solar genera un voltaje entre sus terminales y al mismo tiempo una corriente que circula por un circuito externo, produciendo una potencia  $P = I \cdot V$  que puede ser empleada para energizar cualquier instrumento o accesorio eléctrico. [5][7]

Los paneles solares fotovoltaicos pueden reducir el gasto en electricidad de un edificio entre un 15% y un 30%. [20]

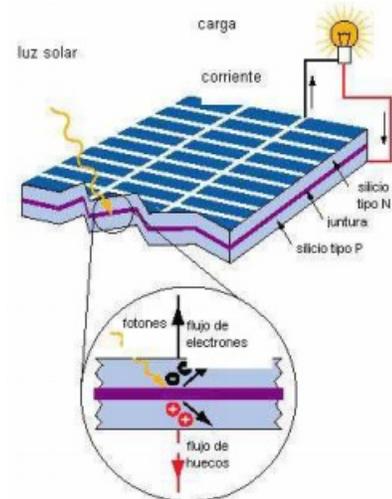


Figura 2. Estructura y principio de funcionamiento de un panel solar fotovoltaico [2]

## IV. SISTEMAS EÓLICOS

Además del sol, el viento también puede ser aprovechado en una vivienda, a través de pequeños aerogeneradores conectados a las redes de baja tensión. Estos sistemas de energía mini-eólica pueden instalarse incluso en tejados, si bien en la actualidad su destino más apropiado es la electrificación rural.[2]

Como característica sobresaliente de esta tecnología podemos mencionar que opera en armonía con el medio ambiente, no afecta la vida vegetal ni el aire ni el clima y no presenta riesgos para la salud del ser humano. La operación de las centrales no requiere de la combustión de sustancias ni genera emisiones de gases tóxicos. Los requerimientos de espacio



Figura 3. Una vivienda que ha sido implementada con paneles solares [4]

para la instalación de los equipos eólicos son menores al 5% de la superficie de los predios; es decir, para instalar energía eólica en algún terreno no se requiere de mucho espacio.[2][7][13]

El diseño y la altura de la torre que soporta al aerogenerador es importante, ya que como se verá posteriormente, la potencia del viento es función del cubo de su velocidad y el viento sopla más fuerte entre más alto esté del suelo; por ello, el eje del rotor se sitúa por lo menos a 10 metros en aerogeneradores pequeños y hasta 50 o 60 metros del suelo en las máquinas de mil kilowatts.[8][9]

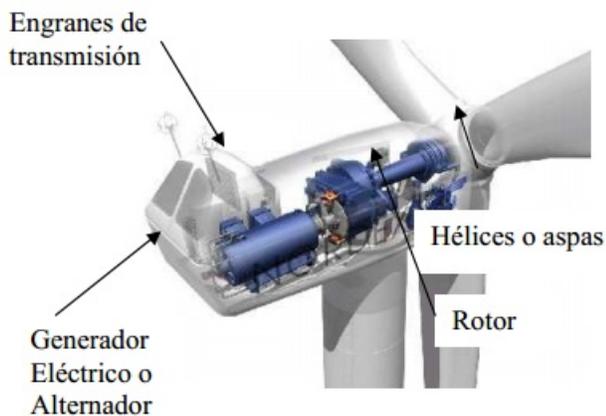


Figura 4. Estructura de un aerogenerador [7]

El funcionamiento de un aerogenerador casero dispone de algunos lineamientos que garantizan efectividad.

- 1) Sistema de captación. Rotor compuesto por una o varias palas que tienen como misión transformar la energía cinética en energía mecánica.
- 2) Sistema de orientación. Sólo se utiliza en los aerogeneradores de eje horizontal para situar el rotor en la dirección del viento.
- 3) Sistema de regulación. Debe de controlar la velocidad de rotación en el eje del motor, especialmente cuando los vientos son fuertes y pueden hacer peligrar la estructura y poner en peligro el aerogenerador.
- 4) Sistema de transmisión.- Transmiten la energía mecánica



Figura 5. Implementación de un aerogenerador para una vivienda [13]

conseguida en el eje del generador para producir energía eléctrica o trabajo mecánico.

Los primeros aerogeneradores tenían rendimientos del 10%, pero los más modernos utilizan sistemas de control de manera que operan siempre con la máxima eficiencia aerodinámica alcanzando valores de rendimiento próximos al 50%.[10]

La mayoría de los aerogeneradores actuales son de eje horizontal. El número de palas utilizado normalmente suele ser de 3. Idealmente, se obtendría mayor rendimiento cuanto menor número de palas debido a que la estela que deja una pala es recogida por la pala siguiente, lo que hace que esta se frene.[11][17]

Aunque idealmente el aerogenerador de una única pala sería el de mayor rendimiento, este tendría un pobre par de arranque. La solución óptima considerada es la de rotor de 3 palas.[11]

La velocidad del rotor de un aerogenerador comercial se elige para la utilización óptima de la velocidad del viento en el emplazamiento.

## V. SISTEMAS HÍBRIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA

Para obtener la mayor potencia generada localmente se aprovecha todos los recursos posibles de acuerdo a la viabilidad del proyecto para un domicilio, dos de ellos que presentan los mejores beneficios por su rendimiento y fácil implementación son los que se han visto con anterioridad. [18]

Los sistemas revisados con anterioridad no son tecnologías incompatibles, y algunos expertos recomiendan sistemas híbridos o mixtos. Por ejemplo, la energía solar térmica y la bomba de calor (un aparato que ofrece aire acondicionado y calefacción) han dado lugar a la denominada "energía solar termodinámica". Según sus impulsores, aprovecha el calor del viento, la lluvia y el sol, incluso de noche, y consigue agua caliente de manera más eficiente que las dos tecnologías en las que se basa. [14]

Otra opción es la combinación de la eólica y la solar. Los días fríos y de viento, por lo general nublados, apenas permiten aprovechar la luz solar, mientras que son ideales para los aerogeneradores. Por su parte, los anticiclones suelen provocar cielos despejados con poco viento, y por tanto, más adecuados para las placas fotovoltaicas. Asimismo, los propietarios de sistemas mini hidráulicos pueden instalar paneles solares

cuando la corriente de agua no cubre toda la demanda de energía. Otra posibilidad es la unión de una instalación solar fotovoltaica y un grupo electrógeno. Aunque este último no es un sistema de energía renovable, puede servir para cubrir posibles altibajos. [15][19]

## VI. CONCLUSIONES

Desde hace mucho tiempo se ha venido buscando diferentes maneras de generar electricidad y aprovechar los diversos recursos naturales. Actualmente las centrales eléctricas que utilizan energías renovables como las hidroeléctricas, centrales nucleares o parques solares se ubican en lugares determinados en función de ciertos factores económicos, de seguridad, logísticos o medioambientales, entre otros, que provocan que la mayoría de las veces la energía se genere muy lejos de donde se consume.

La generación distribuida da otro enfoque que solventa muchas de estas dificultades. Reduce la cantidad de energía que se pierde en la red de transporte de energía eléctrica ya que la electricidad se genera muy cerca de donde se consume, muchas veces en el mismo edificio. Esto hace que también se reduzcan el tamaño y número de las líneas eléctricas que deben construirse y mantenerse en óptimas condiciones.

La principal barrera a la que se enfrenta la masificación de este sistema es su alto costo inicial, la falta de estándares de conexión y el déficit de oferta de estos productos.

No resulta sencillo para cualquier ciudadano el uso energías renovables y es la conciencia ecológica del consumidor lo que suele inclinar la balanza. Sin embargo, con un petróleo cada vez más caro y escaso y una mayor preocupación por el medio ambiente, y sumado al desarrollo tecnológico y normativo, la generalización de estas tecnologías es cuestión de unas décadas.

En algunos casos se habla incluso de una auténtica revolución, de la mano de la "generación distribuida": Los consumidores producirán, almacenarán y administrarán de manera ecológica su propia energía, supliendo en parte o incluso en su totalidad su dependencia de las compañías eléctricas. Tecnologías que hoy están poco desarrolladas podrían ser habituales dentro de unos años logrando su objetivo inicial que es el de optimizar los recursos disponibles.

## REFERENCES

- [1] Revista Eroski Consumer, "La energía ecológica también se puede generar en casa", 2012. [Online]. Available: <http://revista.consumer.es/web/es/20080501/pdf/>
- [2] Rosa de Guadalupe González Huerta, Omar Solorza Fera, Miguel A. Valenzuela Z., "Tecnologías de Hidrógeno y Celdas de Combustible de Fuentes Renovables", editorial académica española, 2011
- [3] Obras - Grupo Expansión, "Las 23 claves para construir una vivienda sustentable", 2013. [Online]. Available: <http://www.obrasweb.m>
- [4] Dr. Jorge Wolpert Kuri, "Innovación en vivienda sustentable" [Online]. Available: <http://www.cihac.com.mx/04-CONAVI-Innovacion%20en%20Vivienda%20Sustentable.pdf>
- [5] Photovoltaic Generation of Electricity, Rome, Italy, edited by T.J. Coutts, G.Guazzoni and J.Luther (American Institute of Physics, Melville, New York), (2003), p.18.; [Online]. Available: <http://www.solarbuzz.com/Moduleprices.htm>.

- [6] ARAUJO, Alex M et al . Simulación de la Producción de Energía Eléctrica con Aerogeneradores de Pequeño Tamaño. Inf. tecnol., La Serena , v. 20, n. 3, 2009 . Disponible en <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642009000300006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000300006&lng=es&nrm=iso)>. accedido en 22 jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000300006>.
- [7] Luis Arribas, Microgeneración y pequeños aerogeneradores. [Online]. Available: [http://portales.cimat.es/adjuntos\\_documentos/Articulo\\_microgeneracion.pdf](http://portales.cimat.es/adjuntos_documentos/Articulo_microgeneracion.pdf)
- [8] Sanz-Badía, M., Val, F. J., & Llombart, A. Método para el control de producción en aerogeneradores eléctricos. Patent N° ES2198212. Extended to PCT, Argentina and Chile. (2001)
- [9] Casco Guillén, J. Casa aislada energéticamente sostenible con alimentación mixta de aerogeneradores y placas fotovoltaicas. (2009)
- [10] Trebolle, D. La generación distribuida en España. Trabajo Especial de Grado, para optar por el título de Master en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico en la Pontificia Universidad Comillas de Madrid. Madrid, España. (2006).
- [11] Mocárquer, S., & Rudnick, H. Recursos Renovables como Generación Distribuida en los Sistemas Eléctricos. Taller de Energías Renovables "Situación Mundial y Usos Potenciales en el País", U. de Concepción, 11-13. (2005).
- [12] Huacuz, J., & Jorge, M. Generación eléctrica distribuida con energías renovables. Boletín iie. Septiembre/octubre, 216-222. (1999).
- [13] Pereda, I. Celdas fotovoltaicas en generación distribuida. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial Mención Electricidad, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería, Santiago de Chile. (2005).
- [14] Gómez, T., Frías, P., & Cossent, R. Redes eléctricas inteligentes. editado por la Fundación Gas Natural Fenosa. (2012).
- [15] Bustamante Paredes, K. E. Estudio de los sistemas de Generación Distribuida (Doctoral dissertation, Universidad del Azuay). (2013).
- [16] Fraunhofer ISE. "Photovoltaics Report" 28 de julio de 2014.
- [17] Mark Z. Jacobson y Mark A. Delucchi. "A Path to Sustainable Energy by 2030", Scientific American, Noviembre de 2009, p. 43.
- [18] Janet Marsdon Distributed Generation Systems:A New Paradigm for Sustainable Energy
- [19] García Ortega, Jose Luis et al. Renovables 100 %. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular viabilidad económica (2006)
- [20] Swanson, R. M. "Photovoltaics Power Up" (2009).