



**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL TRATAMIENTO
DE LA ENERGÍA PARA SU APLICACIÓN
A LAS DISTINTAS ACTUACIONES DEL
PLAN MÁLAGA LITORAL**

OCTUBRE-2020



**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL TRATAMIENTO
DE LA ENERGÍA PARA SU APLICACIÓN
A LAS DISTINTAS ACTUACIONES DEL
PLAN MÁLAGA LITORAL**

TIPO DE DOCUMENTO:	INFORME
LOCALIDAD:	MÁLAGA
PROVINCIA:	MÁLAGA
DIRECCIÓN:	-
AUTOR:	ADOLFO RAMÍREZ BAEZA (INGENIERO INDUSTRIAL. COLEGIADO N° 1.538)
REVISIÓN:	00
FECHA:	OCTUBRE de 2020

ÍNDICE

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME	2
1.1.1. Antecedentes.....	2
1.1.2. Objeto del Informe	3
1.1.3. Documentación consultada para la realización del informe.....	4
1.2. EVALUACIÓN DE NECESIDADES ENERGÉTICAS	6
1.2.1. Estimación de demanda de potencia en las distintas actuaciones.....	6
1.2.2. Estimación de consumo anual energético en las distintas actuaciones	7
1.3. IDEAS INNOVADORAS PARA GENERAR ENERGÍA	9
1.3.1. Uso de energía eficiente: geotermia	10
1.3.2. Generar energía eólica con el paso de vehículos	15
1.3.3. Generar energía con el paso de vehículos	17
1.3.4. Generar energía con las pisadas en áreas de mucho tránsito peatonal.....	20
1.3.5. Suelo con baldosas solares.....	25
1.3.6. Generar energía usando el mobiliario urbano.....	29
1.3.7. Generar energía con la decoración urbana.....	31
1.3.8. Generar energía en el transporte de aguas del nivel freático.....	39
1.4. SISTEMA DE CONTROL Y MONITARIZACIÓN DE ENERGÍA.....	42
1.5. COMPARATIVA DE LAS IDEAS APORTADAS CON LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE LAS ACTUACIONES.....	44
1.5.1. Escenario 1: Teniendo en cuenta todas las infraestructuras previstas.....	44
1.5.2. Escenario 2: Teniendo en cuenta las edificaciones previstas (estaciones de autobuses)	48
1.6. CONCLUSIONES	50
1.7. APÉNDICE: RECORTES DE PRENSA Y PUBLICACIONES RELACIONADAS	52

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

1.1.1. Antecedentes

Uno de los proyectos más ambiciosos del Ayuntamiento de Málaga para el futuro de la ciudad es la actuación que se denomina Plan Málaga Litoral.

El objetivo de esta actuación es transformar el área central de Málaga, soterrando el tráfico rodado (desde la Malagueta hasta la Avenida Manuel Agustín Heredia) soterrando estas vías, de manera que en superficie se generen espacios urbanos peatonales uniendo el centro de la ciudad con el puerto.

Además, en una apuesta clara por cambiar la movilidad de la ciudad, la actuación se complementa con las siguientes infraestructuras:

- Construcción de dos estaciones intermodales de autobuses subterráneas (una bajo la Plaza de la Marina, y otra bajo la Explanada de la Estación)
- Construcción de dos aparcamientos subterráneos (uno bajo el solar de la antigua estación de autobuses, y otro remodelando el actual aparcamiento bajo la Plaza de la Marina).
- Generación de distintos espacios públicos de superficie con la realización del túnel para tráfico rodado del eje litoral

Puesto que este proyecto supone una transformación de gran relevancia en la ciudad, así como un cambio importante en la movilidad, estas actuaciones pretenden estar también a la vanguardia de eficiencia energética y conciencia ambiental.

Por tanto, por encargo del Ayuntamiento de Málaga (a través de la empresa pública PROMALAGA), se redacta el presente **‘Estudio de alternativas del tratamiento de la energía para su aplicación a las distintas actuaciones del Plan Málaga Litoral’**.

1.1.2. Objeto del Informe

El objeto del informe técnico lo constituye la elaboración de un estudio sobre las diferentes alternativas innovadoras de abastecimiento y consumo energético eficiente para las actuaciones llevadas a cabo en el Plan Málaga Litoral.

Por tanto, en la realización del presente informe se han trazado dos objetivos fundamentales:

- Uso de energías renovables
- Carácter innovador de los planteamientos

Los principales rasgos de las fuentes de energía renovables son:

- Poseen muy baja (o nula) incidencia en el medioambiente: no generan residuos ni gases de efecto invernadero.
- Son fuentes de energía inagotables.
- Poseen carácter autóctono, disminuyendo la dependencia de suministros externos de energía

Entre los tipos de fuentes de energía renovables asentados en el mercado destacan: energía solar, energía eólica, energía hidroeléctrica, biomasa y biocarburos, energía geotérmica y la generada merced a las olas, mareas y corrientes marinas.

Las aplicaciones de éstas más habituales en el ámbito urbano (no industrial) son:

- Generación de ACS mediante paneles solares
- Uso de energía aerotérmica y geotérmica para sistemas de climatización
- Producción de electricidad mediante placas solares fotovoltaicas
- Uso de calderas de biomasa para producción de ACS y calefacción
- Sistemas de cogeneración para producción de energía

Puesto que tras la transformación de la zona, ésta será completamente distinta y novedosa, las alternativas que se estudian en el presente informe deben estar a la altura de la transformación prevista, no solo por el uso de energías limpias, sino también para ofrecer una imagen de la ciudad moderna, innovadora y a la vanguardia en generación de energía. Por tanto, las aplicaciones más frecuentes y las derivadas por el cumplimiento de la normativa vigente, no serán descritas en el presente informe (aunque sí se tendrán en cuenta), pues no presentan el carácter innovador pretendido en los objetivos fundamentales del presente informe.

1.1.3. Documentación consultada para la realización del informe

Para la realización del presente informe se ha consultado la siguiente documentación:

- Manual de geotermia del Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Junio 2008
- Publicación “Generadores piezoeléctricos como alternativa energética: evaluación de factibilidad en la implementación en vías en ciudades intermedias” de Camilo Lesmes, Juan Pérez y Daniel Juez. Febrero 2020
- Sitio web: www.turbulent.be
- Publicación “Pilas o pilotes de energía: cimentaciones termoactivas para el aprovechamiento de recursos geotérmicos” N.P. López-Acosta. Mayo 2018
- Sitio web: www.energy-floors.com
- Sitio web: www.pavegen.com
- Sitio web: www.diariorenovables.com
- Sitio web: www.inventsrl.it
- Mapa tecnológico: Calor y Frio Renovables del Observatorio Tecnológico de la Energía, IDEA. Febrero 2012
- Sitio web: www.socitekingenieros.blogspot.com

- Sitio web: www.rawlemon.com
- Sitio web: www.tgogc.com
- Sitio web: www.newworldwin.com
- Sitio web: www.idae.es
- Sitio web: www.smartcityjaen.com
- Sitio web: www://smartcitycluster.org/
- REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION. Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto e Instrucciones Técnicas complementarias Complementarias.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE). RD 1027/2007

En el apéndice del presente informe se pueden observar artículos recientes de prensa y publicaciones de carácter tecnológico, cuyos contenidos comunes son el uso de fuentes de energía renovables y el carácter innovador de dicho uso, en la línea de los objetivos marcados en la elaboración del presente informe.

1.2. EVALUACIÓN DE NECESIDADES ENERGÉTICAS

Encontrándose la transformación del Plan Málaga Litoral en una fase incipiente, con una serie de trámites urbanísticos y administrativos que se deben realizar antes de elaborar los proyectos constructivos de las actuaciones a ejecutar, resulta complejo concretar una estimación acertada de las necesidades energéticas que estas infraestructuras necesitarán.

A pesar de esto, antes de plantear ideas o sistemas energéticamente eficientes, resulta necesario componer un escenario de demanda energética para finalmente comparar con la producción energética. De este modo, se cuantificará de una manera aproximada, los ahorros energéticos que las ideas planteadas en el presente informe generan.

1.2.1. Estimación de demanda de potencia en las distintas actuaciones

En la tabla siguiente se observa la estimación de demanda de potencia de la que deberá disponer cada una de las actuaciones:

ACTUACIÓN	SUPERFICIE APROX. (m ²)	DIVISIÓN EN ZONAS (m ²)	RATIO POTENCIA (W/m ²)	P INSTALADA (kW)	COEF. SIMULT.	P SIMULT. (kW)
TÚNEL	66700	-	25	1.667,50	0,50	833,75
ESTACIÓN LA EXPLANADA	33150	13260 PASAJEROS	100	1.326,00	0,50	663,00
		19890 VEHÍCULOS	25	497,25	0,50	248,63
ESTACIÓN DE LA MARINA	13650	5460 PASAJEROS	100	546,00	0,50	273,00
		8190 VEHÍCULOS	25	204,75	0,50	102,38
APARCAMIENTO PUERTO	12960	-	25	324,00	0,50	162,00
APARCAMIENTO CDAD. MELILLA	9600	-	25	240,00	0,50	120,00
ESPACIOS URBANOS SUPERFICIE	103000	-	2,5	257,50	0,50	128,75
				5.063,00		2.531,50

Tabla n°1: Estimación de demanda de potencia necesaria para las infraestructuras de la actuación

Sobre los datos expuestos en la tabla anterior, se han realizado las siguientes consideraciones:

- Los datos de superficie de cada una de las actuaciones han sido aportados por el Ayuntamiento de Málaga.

- Puesto que la demanda de potencia en estaciones de autobuses es diferente en zonas de vehículos que en zonas de pasajeros, se ha supuesto que la zona de pasajeros supone un 40% de la superficie total prevista (siendo por tanto un 60% la zona de vehículos).
- Los ratios para la estimación de potencias considerados, se han estimado considerando lo indicado en la ITC-BT 10 del REBT.
- Puesto que en la ITC-BT 10 del REBT no se indican ratios de potencia para espacios urbanos, se ha considerado un ratio $2,5W / m^2$, lo cual parece razonable, entendiendo que dicha potencia será para alimentar fundamentalmente el alumbrado exterior de dichos espacios.
- La potencia simultánea se obtiene multiplicando la potencia instalada al coeficiente de simultaneidad. Se ha considerado un coeficiente de simultaneidad de 0,5, ya que con potencias instaladas tan elevadas, la simultaneidad de los equipos suele ser alta.

1.2.2. Estimación de consumo anual energético en las distintas actuaciones

Asimismo, partiendo de la estimación de potencia anterior, se ha obtenido el consumo anual de todas las infraestructuras:

ACTUACIÓN	P SIMULTÁNEA (kW)	Nº HORAS AL DIA	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO ANUAL (kWh/año)
TÚNEL	833,75	24	20.010,00	7.303.650,00
ESTACIÓN LA EXPLANADA	911,63	18	16.409,25	5.989.376,25
ESTACIÓN DE LA MARINA	375,38	18	6.756,75	2.466.213,75
APARCAMIENTO PUERTO	162,00	24	3.888,00	1.419.120,00
APARCAMIENTO CDAD. MELILLA	120,00	24	2.880,00	1.051.200,00
ESPACIOS URBANOS SUPERFICIE	128,75	12	1.545,00	563.925,00
				18.793.485,00

Tabla nº2: Estimación de consumo de energía anual en las infraestructuras de la actuación

Sobre los datos expuestos en la tabla anterior, se han realizado las siguientes consideraciones:

- El túnel y los aparcamientos están siempre en funcionamiento
- El horario establecido de las estaciones de autobuses es de 7:00h a 1:00h
- Se han considerado 12 horas de funcionamiento al día de los espacios exteriores, entendiendo que el alumbrado solo funciona durante las horas de poca luz u oscuridad

1.3. IDEAS INNOVADORAS PARA GENERAR ENERGÍA

En los próximos años, el desarrollo de la producción de energía renovable “in situ” debe llevar a la construcción de edificios de emisión cero (o casi nula) y ciudades ecológicas de gran eficiencia energética y bajas emisiones de CO₂. Las nuevas tecnologías innovadoras están avanzando a diario, haciendo que las ciudades sean más sostenibles desde el punto de vista energético.

La primera idea que surge al pensar en la ciudad de Málaga, es en un entorno cuyos principales protagonistas son el sol y el mar, por lo que la ciudad está pensada por y para el turismo. Y en cierta medida esta afirmación es acertada, pero no es completa. Porque Málaga es una ciudad que se ha reinventado a sí misma en los últimos 20 años, generando nuevos rasgos identificativos de la ciudad y estando a la vanguardia en valores de lo que una ciudad moderna debe poseer: aspectos culturales, empresariales y tecnológicos.

De hecho, en el aspecto tecnológico, Málaga ha participado en un proyecto de carácter internacional como es el proyecto SmartCity Málaga, que fue un proyecto ideado con el objetivo de cumplir con las directrices marcadas por Europa en materia de energía, las cuales impulsan la eficiencia, el uso de energías renovables y redes eléctricas avanzadas con capacidad de almacenamiento.

Desde que arrancó en 2009 hasta su finalización en 2013, los principales avances han sido: un ahorro de más del 25% en el consumo eléctrico de la zona de implantación gracias a la utilización de sistemas de eficiencia energética con monitorización, control y gestión activa de la demanda para usuarios industriales y residenciales.

Y en esta línea de conciencia ambiental y energética, Málaga debe seguir avanzando. Es por esto, que al plantearse un proyecto tan ambicioso y transformador para la ciudad como son las actuaciones del Plan Málaga litoral, el ahorro energético y el respeto por el medioambiente sean premisas fundamentales del proyecto. Y llegados a este punto, es interesante volver a las primeras ideas que surgen al pensar en la ciudad de Málaga: sol y mar. Pero no volvemos a estos pensamientos iniciales como fuente inagotable de turistas que

visiten la ciudad, sino como fuentes inagotables de energía, las cuales debemos aprovechar.

En el caso del sol, en una ciudad donde luce el sol durante unos 300 días al año, es un deber su utilización. En el caso del mar, y a pesar de que existen tecnologías contrastadas en el mercado para producir energía con su movimiento, se ha decidido no abordarlas por la distancia donde se encuentra nuestra actuación (y por tanto, pérdidas de energía), así como por la complejidad legal de abordar una infraestructura que involucra a varias administraciones públicas.

Pero además de sol y mar, en la actualidad aparecen en el mercado más opciones de uso de energías limpias, que no solo aportan el ahorro energético que dichas opciones plantean, sino que aportan el valor añadido de innovación y modernidad, lo cual para una ciudad en mejora continua como Málaga resulta fundamental.

A continuación se exponen y analizan algunas de las ideas innovadoras que están apareciendo en el mercado

1.3.1. Uso de energía eficiente: geotermia

¿En qué consiste?

La geotermia es la disciplina que estudia el calor terrestre, su origen, su distribución y su aprovechamiento, y que por tanto abarca los procesos y técnicas utilizadas para la exploración, evaluación y explotación de la energía geotérmica, que en cada momento estén disponibles.

La energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor bajo la superficie del terreno, una concentración de calor que existe en la corteza terrestre, en rocas, suelos y aguas subterráneas, cualquiera que sea su temperatura, profundidad y procedencia, pero no incluye el calor contenido en masas de aguas superficiales, continentales o marinas, cuyo aprovechamiento también es posible mediante intercambiadores y bombas de calor.

En países con niveles altos de radiación solar, como es el caso de España, la temperatura del suelo a profundidades de más de 5 metros es relativamente alta (alrededor de 15°C). A esas profundidades, los materiales geológicos permanecen a una temperatura estable, independientemente de la estación del año o de las condiciones meteorológicas. Esta estabilidad geotérmica es la que permite que en verano el subsuelo esté considerablemente más fresco que el ambiente exterior. Mediante un sistema de captación adecuado y una bomba de calor geotérmica se puede transferir calor de esta fuente de 15°C a otra de 50°C, y utilizar esta última para la calefacción y obtención de agua caliente sanitaria. Del mismo modo que en invierno la bomba geotérmica saca el calor de la Tierra, en verano se extrae mediante el mismo sistema de captación, transfiriéndolo al subsuelo y refrigerando así el edificio.

En su uso para refrigeración, la bomba geotérmica funciona de forma inversa a cuando proporciona calefacción, de forma que enfría el espacio a acondicionar extrayendo el calor del ambiente y lo transfiere al subsuelo.

La obra necesaria para colocar este sistema consiste en realizar una serie de perforaciones verticales en el terreno para intercambiar energía con el suelo. En ellas se introducen tubos por los que se hace circular un líquido que absorbe o cede calor desde la bomba de intercambio geotérmico. El sistema de climatización se completa con una bomba de intercambio geotérmico, un acumulador y un inversor de ciclo, que se deben ubicar en una sala de instalaciones.

Las instalaciones pueden variar según las condiciones de espacio y características del terreno:

- La instalación horizontal se realiza cuando disponemos de espacio suficiente, entonces las conducciones se disponen en zanjas, con una longitud variable entre 30 y 120 metros.
- La instalación en vertical es la elección más adecuada cuando disponemos de espacio limitado. Es necesario utilizar equipos de perforación para

realizar pozos de pequeño diámetro con profundidades comprendidas entre 25 y 100 metros.

La colocación de los tubos intercambiadores geotérmicos también se puede realizar en el resto de elementos estructurales convencionales de cimentación y estructura, como muros pantalla, muros de sótano, losas, revestimiento de túneles, etc. Todos estos elementos formarían el circuito primario de un sistema energético de aprovechamiento geotérmico. Este caso, se trata de una solución técnica y económica muy interesante e innovadora, ya que se conjuga la ejecución del intercambio geotérmico con la construcción de las cimentaciones de las actuaciones previstas, evitando tener que realizar a posteriori los pozos de perforación para la instalación geotérmica, con el consiguiente ahorro económico. En este sentido, se recomienda leer un artículo al respecto (en el apéndice del presente informe) en el que se explica una intervención similar que se realizará en el soterramiento de la A5 de Madrid.

Funcionamiento del sistema.

Las bombas de calor geotérmico constan de tres componentes básicos: el circuito primario, el circuito secundario y la bomba de calor. El circuito primario consiste en un sistema cerrado de tuberías instalado dentro de los elementos en contacto con el terreno. A través de estas tuberías se bombea un fluido conductor de calor (agua o soluciones salinas) que permite el intercambio de energía con el suelo. El circuito secundario está conformado por una red cerrada de tuberías de calefacción que se instalan en la edificación. Ambos circuitos se conectan a través de una bomba de calor que se encarga de ajustar la temperatura a niveles útiles para la climatización de las edificaciones y la transferencia de calor entre los componentes.

Para calentar en invierno, se extrae energía térmica del suelo (fuente) a través del circuito primario y se transfiere al interior de la edificación con el circuito secundario. En cambio, para refrigeración se utiliza el circuito secundario para

extraer calor de la edificación, el cual se inyecta al suelo (sumidero) por medio del circuito primario.

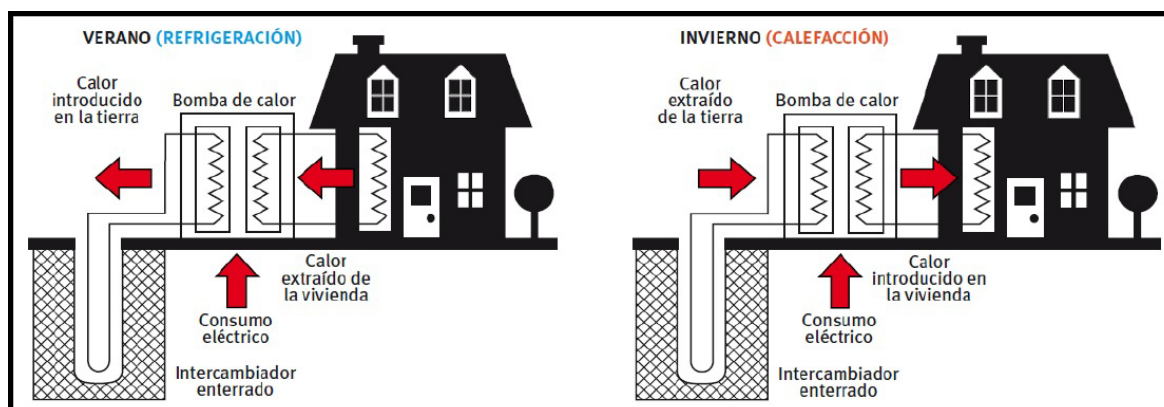


Figura nº1: Diagrama de transferencia de calor con uso de geotermia (Fuente: Mapa tecnológico: Calor y Frio Renovables del Observatorio Tecnológico de la Energía, IDAE)

Los valores de COP de estos sistemas varían entre 3 y 4, por lo que se estima que son capaces de reducir en dos tercios el coste de climatización de edificaciones.

Actualmente está muy generalizado el uso de sistemas de aerotermia al ser un sistema eficiente y respetuoso con el medio ambiente. La tecnología de la bomba de calor aerotermica aunque es cada vez más eficiente, extrae la energía de un foco más inestable como es el aire con la consiguiente pérdida de rendimiento con temperaturas bajas, pero la geotermia debido a que extrae la energía de un foco térmicamente más estable como es la tierra, es energéticamente más eficiente. Esta diferencia de rendimientos entre las dos tecnologías será más acusada cuando la temperatura del aire exterior en invierno sea más baja.

Aplicaciones

Las aplicaciones industriales de la geotermia son variadas en usos directos, tales como tales como calefacción interior de inmuebles, invernaderos, acuicultura, secado de alimentos, etc.

Asimismo, mediante centrales geotérmicas se puede generar energía eléctrica.

En nuestro caso, y dado que las estaciones de autobuses ideadas necesitarán espacios climatizados (estaciones de autobuses), y en menor medida, consumo de agua caliente sanitaria, las aplicaciones de la energía geotérmica serán:

- Calefacción: producción de agua caliente para su uso en calefacción en estos sistemas, resultando más eficiente cuanto menor es la temperatura de producción.
- Refrigeración: producción de agua fría mediante el accionamiento del circuito frigorífico, permitiendo garantizar las condiciones de confort que requiera cualquier instalación, gracias a la generación de frío en función de la demanda interior. En este modo, el foco geotérmico es utilizado para disipar energía captada en el ambiente y la consumida por el compresor, permitiendo además recargar el foco geotérmico durante la estación estival, para garantizar una mayor eficiencia del mismo en la época invernal.
- Producción de ACS: dado que la demanda para nuestro caso no será elevada, se podrá garantizar la producción de agua caliente sanitaria sin necesidad de apoyos externos durante todo el año, incluso en épocas en las que se genera agua fría para la refrigeración, permitiendo establecer la preferencia de ésta frente a la climatización.

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

El uso de esta energía altamente eficiente es costoso por tener que enterrar tuberías en la zona del subsuelo donde la temperatura sea estable, pero ya que para la construcción de las estaciones de autobuses, habrá que realizar previsiblemente cimentaciones profundas, se puede aprovechar la ejecución de dichas cimentaciones para instalar la batería de tubos que sea necesario, no suponiendo por tanto, un sobrecoste excesivo, eliminando el principal inconveniente de esta tecnología. También se puede explorar la opción instalar tubos intercambiadores geotérmicos en el resto de elementos estructurales

convencionales de cimentación y estructura, como muros pantalla, muros de sótano, y revestimientos de túneles. Esta opción supone una solución técnica y económica muy interesante e innovadora, ya que se conjuga la ejecución del intercambio geotérmico con la construcción de las cimentaciones de las actuaciones previstas.

En cuanto a la demanda de energía que pueda requerir esta instalación, y según las estimaciones de superficie realizadas anteriormente, las estaciones de autobuses deberán disponer de unos 18.000 m² climatizables. Esta cantidad justifica la idoneidad del uso de esta tecnología por su alta eficiencia energética. Asimismo, la instalación geotérmica servirá complementariamente para generar ACS, aunque la demanda de ésta no sea elevada.

1.3.2. Generar energía eólica con el paso de vehículos

¿En qué consiste?

Al aire libre, cuando un vehículo se mueve desplaza el aire en todas las direcciones, excepto hacia el suelo. Dentro de un túnel, en cambio, el aire está confinado dentro de las paredes de ese túnel, así que solo puede moverse hacia delante. A su vez, el movimiento de los vehículos crea un efecto de succión tras de sí, generando corrientes de aire para que se mueva en el interior del túnel. Como resultado, el viento corre por el interior del túnel.

¿Y si aprovechamos el viento generado en el túnel para generar energía?

La empresa española “Tunel Energy” ha desarrollado unos pequeños aerogeneradores para aprovechar la energía generada por el viento dentro del túnel al paso de vehículos. De hecho, está en fase de estudio una implantación en algunos túneles de la red de Metro de Madrid.

Funcionamiento del sistema.

Estos pequeños aerogeneradores, casi planos y con un reducido tamaño de 10 cm como máximo, se colocan en serie en las paredes del túnel, de manera que al

pasar el viento mueven unas hélices incorporadas a los equipos. Toda esta energía se transforma en energía eléctrica que será almacenada para su uso.

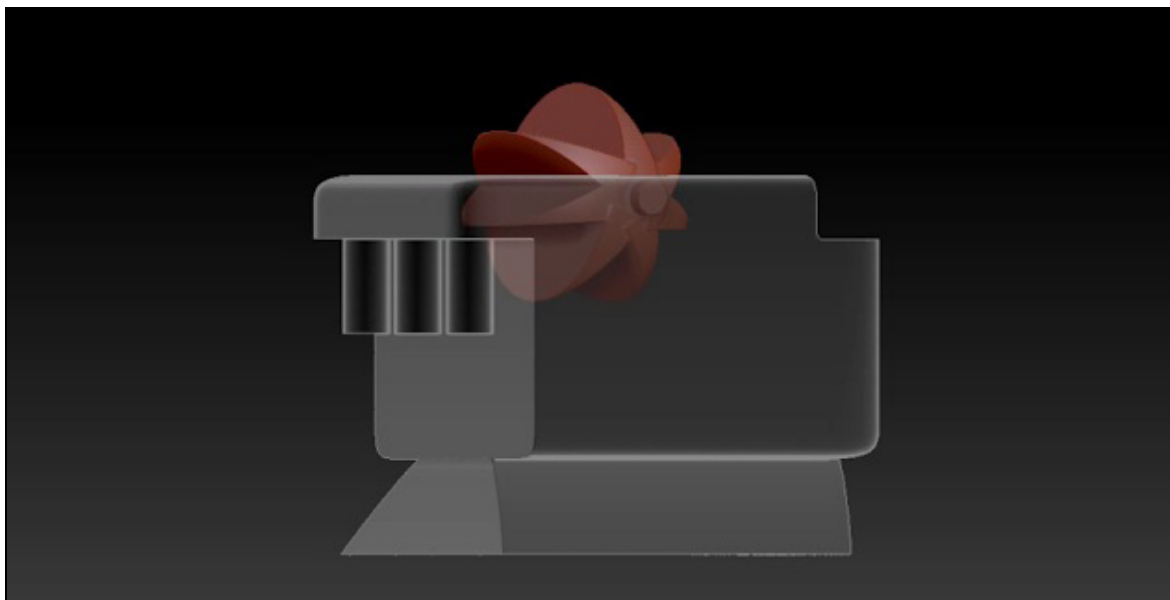


Figura nº2: Imagen del prototipo de aerogenerador "Tunel Energy" (Fuente:www.diariorenovables.com)

Dado su tamaño y flexibilidad, pueden adaptarse a cualquier superficie, instalándose tantos como sea necesario. Cualquier estructura con una diferencia de presión es susceptible de ser utilizada como superficie para la instalación.

Cada aerogenerador en formato modular puede generar alrededor de 1 W por hora.

Aplicaciones

Las ventajas de este sistema son:

- Flexibilidad y escalabilidad, pudiéndose adaptar a cualquier superficie.
- Sencilla instalación lo que supone una rápida implantación.
- Alta disponibilidad de los dispositivos, sin depender de las condiciones atmosféricas.

- Generación de energía próxima a los puntos de consumo.
- Bajo coste de operación y mantenimiento y elevada fiabilidad.
- Reducido impacto ambiental, por menor tamaño e impacto visual, y por su integración en entornos complejos.

Por tanto, su aplicación fundamental es la producción de energía, que dependerá lógicamente del número de dispositivos instalados, por lo que la energía eléctrica generada puede ser considerable por la gran extensión del túnel de nuestro caso (2,9 km). Por tanto, esta energía saliente del sistema se podría utilizar para autoconsumo de parte de la demanda energética de otras infraestructuras próximas al túnel.

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

La energía que genere dependerá lógicamente del número de dispositivos instalados, con el problema de que el sistema aún no está comercializado, por lo que se desconoce el coste del sistema totalmente instalado.

Asimismo, no está comprobado su funcionamiento eficiente, al estar en fase de desarrollo la primera implantación de este sistema.

A priori, esta tecnología es ideal para las características de nuestras actuaciones (túnel largo de gran extensión y tráfico intenso), pero no estar comercializado supone una gran incertidumbre. Ciertamente es también, que la transformación del eje litoral se realizará a medio plazo, por lo que previsiblemente para entonces esta tecnología se encuentre más desarrollada.

1.3.3. Generar energía con el paso de vehículos

¿En qué consiste?

Como se ha indicado anteriormente, una de las actuaciones del Plan Málaga Litoral es la de soterrar el tráfico mediante un túnel que discurriría desde el barrio

de La Malagueta hasta la Avenida Manuel Agustín Heredia (unos 2,9km de longitud) que dispondrá de alta intensidad de tráfico ya que es una de las vías principales del tráfico rodado en la ciudad. Por ello, debemos plantear algún sistema orientado a la obtención de electricidad por el tráfico rodado a partir de la presión que los vehículos ejercen sobre la carretera por la que circulen.

En este sentido el Instituto Technion y la empresa Innowatech han orientado su investigación en una tecnología que se basa en disponer de una batería de generadores piezoeléctricos debajo de la capa superficial de una carretera, de manera que la energía generada por la batería se transforme en energía eléctrica para otro uso.

Funcionamiento del sistema.

El elemento clave de este sistema es el fenómeno de la piezoelectricidad (capacidad de algunos cristales de adquirir polarización eléctrica al ser sometidos a presión).

Al estar construida una carretera con material viscoplástico (cuya principal característica es la elasticidad), cuando un vehículo pasa por encima, la carretera se deforma verticalmente. Esta deformación normalmente se traduce en energía calorífica. La idea es que en vez de transformarla en energía calorífica, se transforme en energía eléctrica.

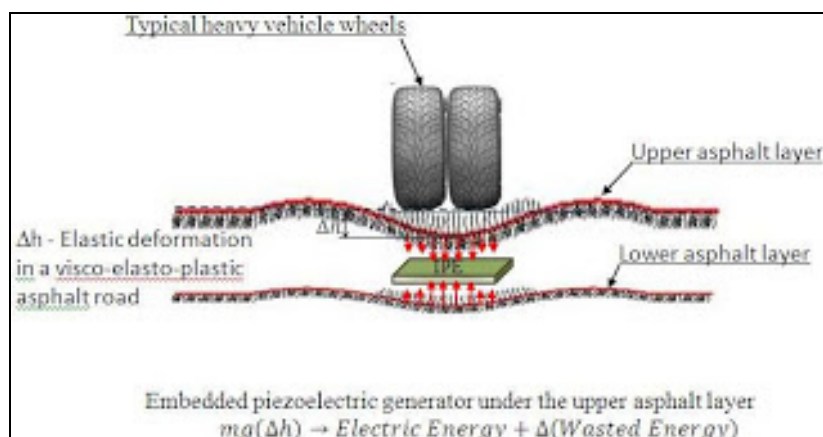


Figura nº3: Funcionamiento mecánico del sistema Innowatech (Fuente: www.socitekingenieros.blogspot.com)

Para ello, se instalan generadores piezoeléctricos debajo de la primera capa de asfalto de una carretera: el efecto piezoeléctrico convierte la presión mecánica en una corriente eléctrica.

De los generadores piezoeléctricos parten unos cables que conectan con unas baterías situadas en lugar accesible. Al pasar, los vehículos activan los generadores que convierten la energía mecánica de la presión de las ruedas en energía eléctrica. La energía generada se almacena en las baterías. Esta energía acumulada se usará para otros consumidores.

Aplicaciones

La cantidad de energía eléctrica generada con este sistema variará en función del volumen y características del tráfico, así como número de dispositivos piezoeléctricos instalados. En cualquier caso, en áreas urbanas y metropolitanas con tráfico constante de todo tipo se podría obtener una cantidad considerable energía eléctrica, por lo que las aplicaciones serán muy variadas, pudiendo atender parte de la demanda eléctrica de instalaciones cercanas (para evitar pérdidas en el transporte).

Por tanto, las ventajas que ofrece este sistema son:

- Gran potencial de generación de energía eléctrica.
- No ocupa espacio público ni altera el paisaje urbano ya que la instalación está enterrada.
- Funciona en toda clase de condiciones meteorológicas.
- Mantenimiento sencillo y larga vida útil de los generadores piezoeléctricos.
- Beneficios ambientales evidentes: una disminución de las emisiones asociadas a la producción de energía eléctrica y una reducción del impacto ambiental visual a diferencia de lo que ocurre con otros sistemas.

El principal inconveniente es su coste, pues la tecnología es muy reciente (aunque ya se han realizado instalaciones piloto). Según el fabricante, el coste para la instalación de un kilómetro de un carril de carretera ronda los 600.000 €.

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

Según los estudios iniciales, con una carretera de longitud de 1 km (con un solo carril) se puede producir unos 200 kWh cada hora. Lo cierto es que esta estimación parece desproporcionada, pues dependerá de muchos factores: presión ejercida por los vehículos que pasan por la carretera, velocidad media del tramo, densidad de tráfico, etc. Lo que sí parece claro, es que si la producción de electricidad se encuentra en ese orden de magnitud, esta energía sí podría abastecer gran parte de la demanda de la energía requerida en las infraestructuras de nuestro caso.

Con respecto al principal inconveniente (su coste), y dado que la transformación del eje litoral es un proyecto a medio plazo, se debe valorar en su debido momento, pues la tecnología puede haber evolucionado y el sistema haberse asentado en el mercado con un coste optimizado.

1.3.4. Generar energía con las pisadas en áreas de mucho tránsito peatonal

¿En qué consiste?

Dado que las actuaciones del Plan Málaga Litoral conlleva la construcción de infraestructuras con alto tránsito de peatones (estaciones de autobuses y espacios urbanos en superficie), parece razonable preguntarse ¿por qué no aprovechar la energía cinética de dichas pisadas y generar energía totalmente limpia?

Pues esto mismo se planteó la empresa británica Pavegen en el año 2009 al comercializar piezas de solería que generan energía eléctrica al ser pisadas.

Lógicamente, la cantidad de energía generada es pequeña comparada con la demanda energética de las infraestructuras previstas, pero su carácter innovador merece la pena un análisis más detallado.

Funcionamiento del sistema.

El sistema consiste en la instalación de baldosas de 45 x 60 centímetros que aprovechan las pisadas de las personas para generar energía eléctrica.

Para un mayor aprovechamiento del sistema, se debe ubicar logísticamente en zonas en las que se concentra mucha gente (estaciones públicas, terminales de aeropuertos, colegios, centros comerciales, estadios deportivos, etc.).

Su funcionamiento se basa en recuperar la energía cinética de nuestro cuerpo cuando caminamos encima de una de estas baldosas, lo cual provoca que esta descienda hasta un máximo de un centímetro a causa de nuestro peso (prácticamente imperceptible al caminar).

Al pisar la fuerza que ejercemos sobre la baldosa acciona un volante de inercia que gira hasta convertir nuestra energía cinética en energía eléctrica, gracias a la inducción electromagnética. El sistema incluye una batería interna que almacena la energía, la cual se utilizará para las necesidades que se deseen, teniendo en cuenta que por la cantidad de energía generada se debe aplicar dicha energía a dispositivos que tengan poco consumo (alumbrado, carga de móviles, paneles de publicidad, etc.)

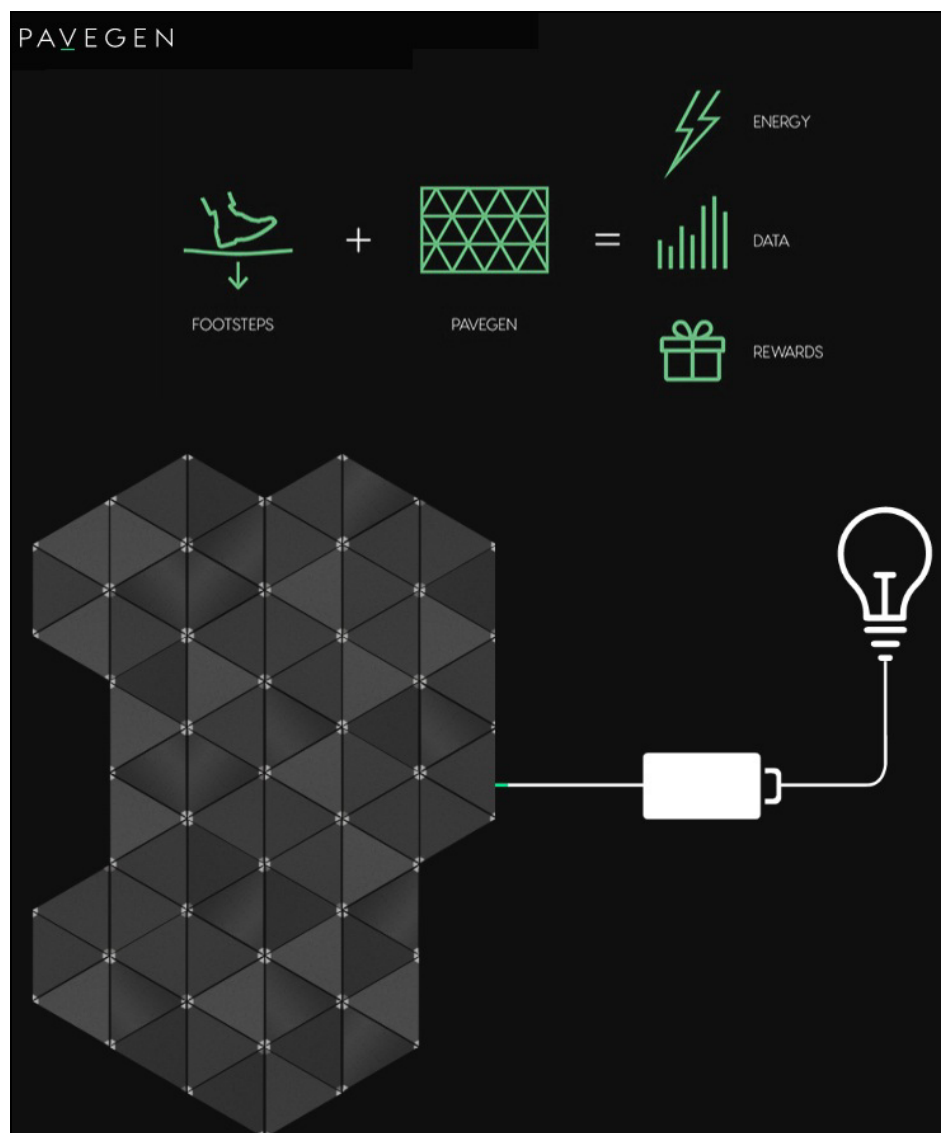


Figura nº4: Esquema básico de sistema Pavegen (Fuente: www.pavegen.com)

La generación V3 de Pavegen utiliza baldosas triangulares, lo cual permite incluir un generador en cada esquina, maximizando la eficiencia de las baldosas para generar energía. Actualmente esta versión es capaz de generar 8 W de potencia continua con cada pisada.

Estas baldosas son duraderas, de modo que están hechas para soportar diversas condiciones meteorológicas y ambientes a intemperie. Asimismo, las placas están confeccionadas en un 80% con un material reciclado

Aplicaciones

Debido a la (poca) cantidad de energía generada se debe aplicar la misma a dispositivos que tengan poco consumo:

- Alumbrado público
- Paneles de publicidad
- Señalización urbana
- Estaciones de carga de móviles o dispositivos electrónicos

Entre los proyectos ya realizados en todo el mundo con esta tecnología destacan:

- Estación del metro de West Ham en Londres.
- Colegio Riverdale School de Nueva York
- Colegio Kent Grammar School en el condado de Kent (sureste de Londres)
- Aeropuerto de Abu Dhabi



Figura nº5: Sistema Pavegen instalado en aeropuerto de Abu Dhabi (Fuente: www.pavegen.com)

- Plaza Dupont Circle (Washington DC, EEUU)
- Circuito running en edificio “The Quaside” (Hong-Kong)
- Dos canchas de fútbol, una en Nigeria con 96 baldosas y otra en medio de una favela de Brasil con 200 unidades.
- Oxford Street (Londres)

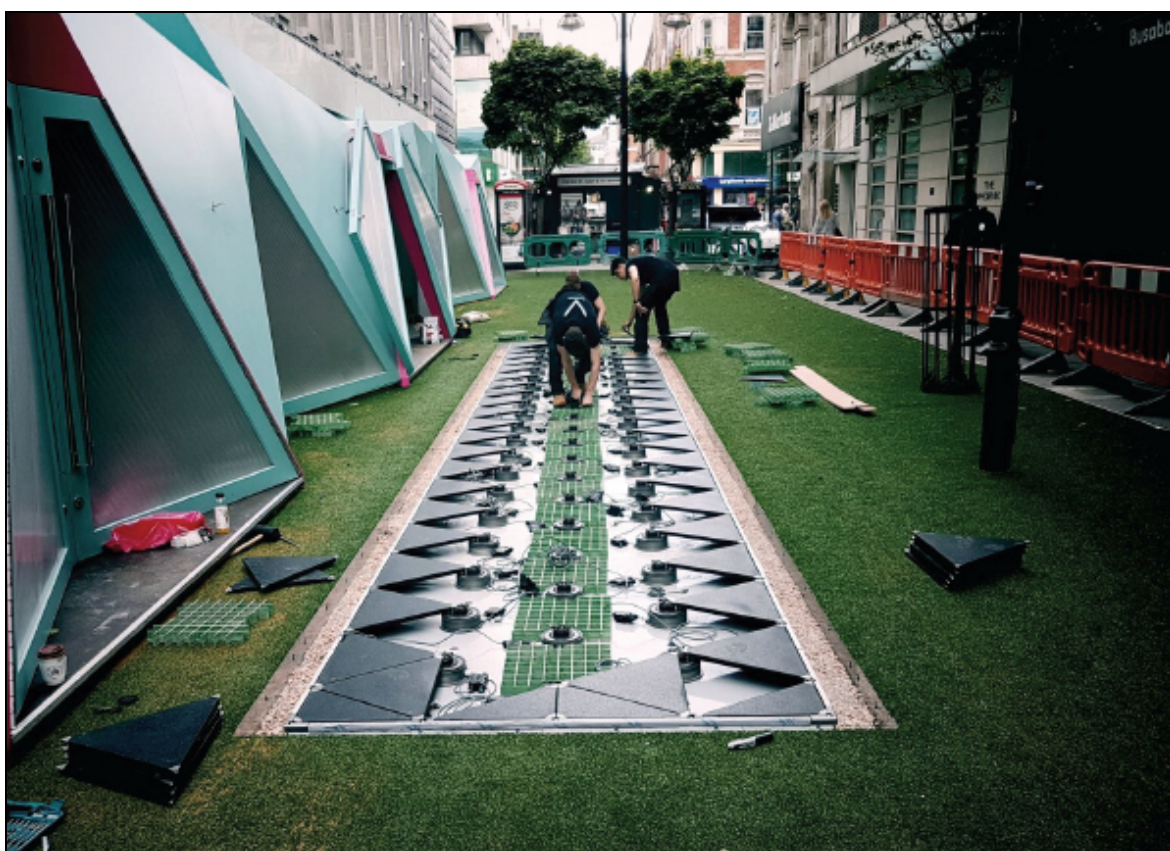


Figura nº6: Instalación de Sistema Pavegen en Oxford Street, Londres (Fuente: www.pavegen.com)

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

Dado que la aplicación de esta tecnología es para lugares de gran tránsito de peatones, parece razonable su uso en las entradas de las estaciones de autobuses previstas en la intervención. Asimismo, se puede plantear como parte de los nuevos espacios exteriores que se generen encima del túnel previsto de

diversas maneras: como área de juego infantil, en zonas de mucho tránsito o incluso con un recorrido para hacer deporte (correr).

Por otro lado, dado que la generación de energía no es elevada, su aplicación debe ser buscando un efecto innovador y moderno de la ciudad, más que por el ahorro energético.

El coste de suministro de cada pieza ronda los 200€ por pieza, por lo que dependiendo de lo que se pretenda instalar puede consistir en una implantación cara y amortizable a largo plazo por la poca cantidad de energía generada.

1.3.5. Suelo con baldosas solares

¿En qué consiste?

Como se ha indicado anteriormente, al soterrar el tráfico rodado en el eje litoral, se generarán nuevos espacios urbanos peatonales, y la tecnología actual ofrece nuevas soluciones de baldosas fotovoltaicas, con diferentes estéticas y dimensiones integrables a la imagen que se pretenda otorgar a estas zonas en superficie.

Existen diferentes empresas que comercializan estos productos (Floor o Energy Floors por poner dos ejemplos).

La actuación consistirá en integrar la solería fotovoltaica en la solería de los espacios exteriores, de maneras que las baldosas solares generarán energía eléctrica.

La cantidad de energía generada dependerá de la superficie instalada y de las horas de exposición al sol, en cuyo caso Málaga es una ciudad ideal para la implantación de esta tecnología.

Funcionamiento del sistema.

El suelo fotovoltaico es un sistema de suelo flotante, es decir, se instala en posición elevada respecto a la superficie a cubrir, compuesto por placas

fotovoltaicas sobre las que se puede caminar. El material superficial es antideslizante, apto para intemperie y capaz de soportar el peso de cualquier peatón.

En el caso del sistema “Floor” de la empresa “Invent”, cada baldosa posee una serie de células fotovoltaicas, pudiendo generar hasta un máximo de 120W por baldosa. Las conexiones eléctricas están alojadas en el espacio entre el suelo y las baldosas, haciendo que los componentes sean fácilmente accesibles para su inspección y mantenimiento.

FICHA TÉCNICA

datos módulo

Denominación del módulo		Qolor Full (Brown) Qolor Dynamic	Black
Clase de potencia	Wp	100	120
Producción anual del módulo*	kWh	100	120
Eficiencia	%	13,87	16,64
Tipo de células		policristalino	monocristalino

datos técnicos

Tensión nominal	Vmp	12,19	14,45
Corriente nominal	A	8,2	8,3
Tensión en vacío	Voc	15,15	17,99
Corriente de cortocircuito	A(Isc)	8,8	8,9
Tensión máxima del sistema	V	1.000	1.000
Coefficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito (α)	Pm	4,60 mA/°C	4,60 mA/°C
Coefficiente de temperatura de la tensión en vacío (β)	Vo	-0,132 V/°C	-0,132 V/°C
Coefficiente de temperatura de la potencia (γ)	Voc	-1,021 W/°C	-1,021 W/°C
Tolerancia a la Potencia		±5%	±5%
NMOT		45,10°C	45,10°C

Valores obtenidos en condiciones estándar: 1.000 W/m² - 25°C - AM 1.5

* Calculado en base a la producción de los módulos fotovoltaicos en el Norte de Italia con una orientación/inclinación óptima estimándose un valor de 1.200 kWh/kWp

Figura nº7: Datos técnicos de baldosas solares del Sistema Floor (Fuente: www.inventsrl.it)

En el caso del sistema “Energy-Floor”, el concepto de funcionamiento es similar al descrito anteriormente, con la particularidad de que añade una interfaz con el usuario en el que registra información de uso de los paneles: horas de funcionamiento, rendimiento, pisadas, etc.

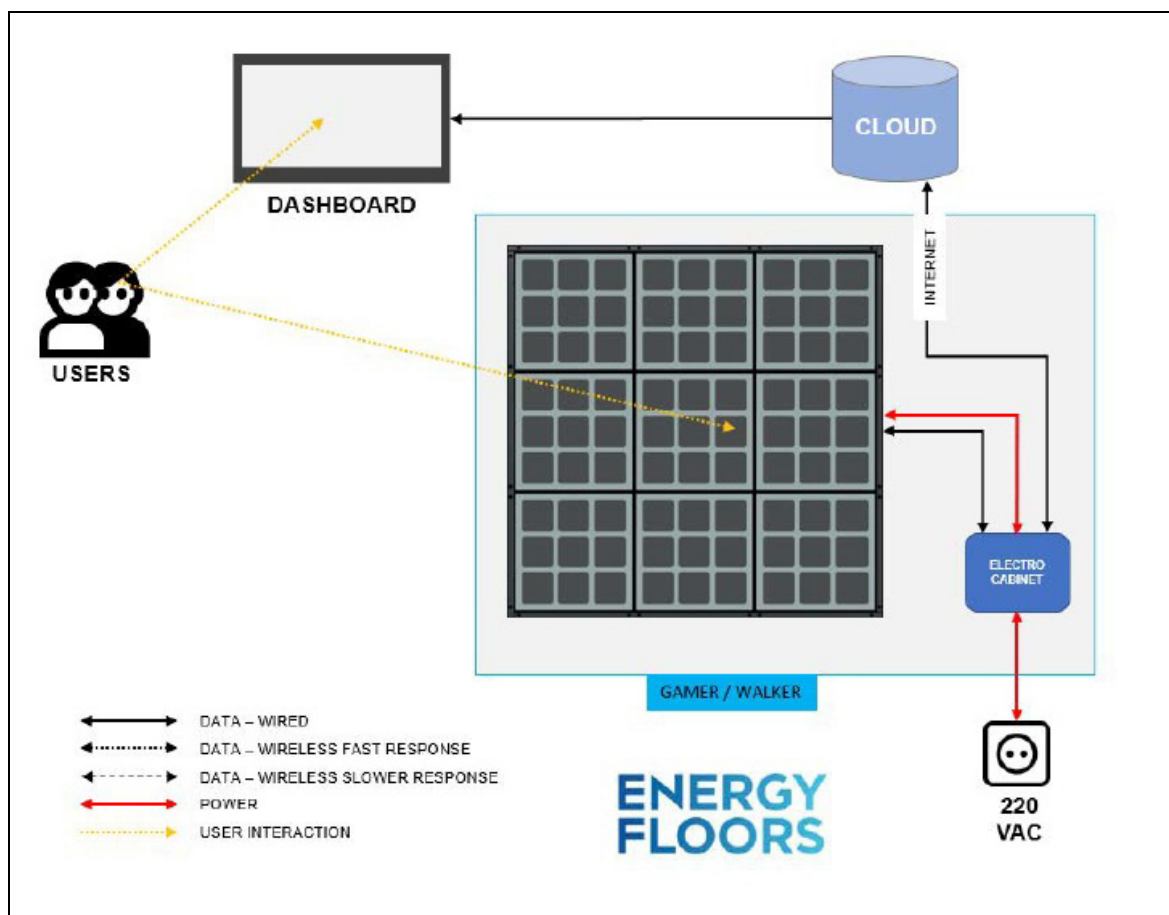


Figura nº8: Esquema básico de sistema Energy Floors (Fuente: www.energy-floors.com)

Aplicaciones

La cantidad de energía generada dependerá lógicamente de la superficie que se instale, pero debido al precio elevado frente a una solería convencional, lo razonable será que no se disponga de mucha extensión con este tipo de solería, por lo que la generación de energía (al igual que en el caso del sistema Pavegen) se debe aplicar la misma a dispositivos que tengan poco consumo:

- Alumbrado público
- Paneles de publicidad
- Señalización urbana
- Estaciones de carga de móviles o dispositivos electrónicos

Este tipo de solería se ha asentado en el mercado existiendo gran cantidad de fabricantes y modelos, habiéndose instalado por todo el mundo.



Figura nº9: Instalación del Sistema Energy Floors frente a Central Station en Utrecht, Holanda (Fuente: www.energy-floors.com)

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

La idoneidad de estos sistemas para nuestro caso dependerá de la estética que se pretenda otorgar a los nuevos espacios exteriores que se generan en superficie.

El coste de esta tecnología ronda los 200 €/m², por lo que es una instalación cara y que requiere un mantenimiento más costoso que una solería tradicional. La amortización de dicha instalación será en un plazo medio por la energía eléctrica generada.

Por tanto, la idoneidad de estos sistemas es más bien subjetiva, aunque objetivamente es un sistema ideal para una ciudad como Málaga por la gran cantidad de horas de sol al año que la ciudad posee.

1.3.6. Generar energía usando el mobiliario urbano

¿En qué consiste?

En los nuevos espacios peatonales exteriores que se generan con la transformación del eje litoral, se pueden generar multitud de áreas y ambientes urbanos diferentes.

En el caso de generar espacios habilitados para el deporte (tal y como existen en diferentes enclaves de la ciudad), se puede plantear que el mobiliario urbano deportivo genere energía eléctrica a partir de la energía mecánica de los deportistas.

La idea es simple (y no es nueva), pero no por ello deja de ser innovadora, saludable y energéticamente eficiente: cuidar el cuerpo haciendo deporte mientras se genera energía limpia.

Para ello, existen en el mercado multitud de productos y empresas que disponen de dichos equipos, por ejemplo la empresa británica “The Great Outdoor Gym Company”

Funcionamiento del sistema.

El funcionamiento es sencillo: todos los equipos están conectados a generadores de energía eléctrica, la cual se almacena en baterías para abastecer lo que se requiera.

Dependiendo del elemento del sistema utilizado, y el tiempo de funcionamiento se pueden generar hasta 400 W de electricidad. Asimismo, el espacio se puede complementar con marquesinas formadas por placas fotovoltaicas, lo que aumentará la producción eléctrica sin necesidad de que la instalación sea utilizada.

Cada aparato del sistema deportivo lleva incorporado un indicador que muestra en tiempo real la cantidad de energía humana que se está generando con el ejercicio físico. Así, los deportistas saben cuánta electricidad están produciendo.

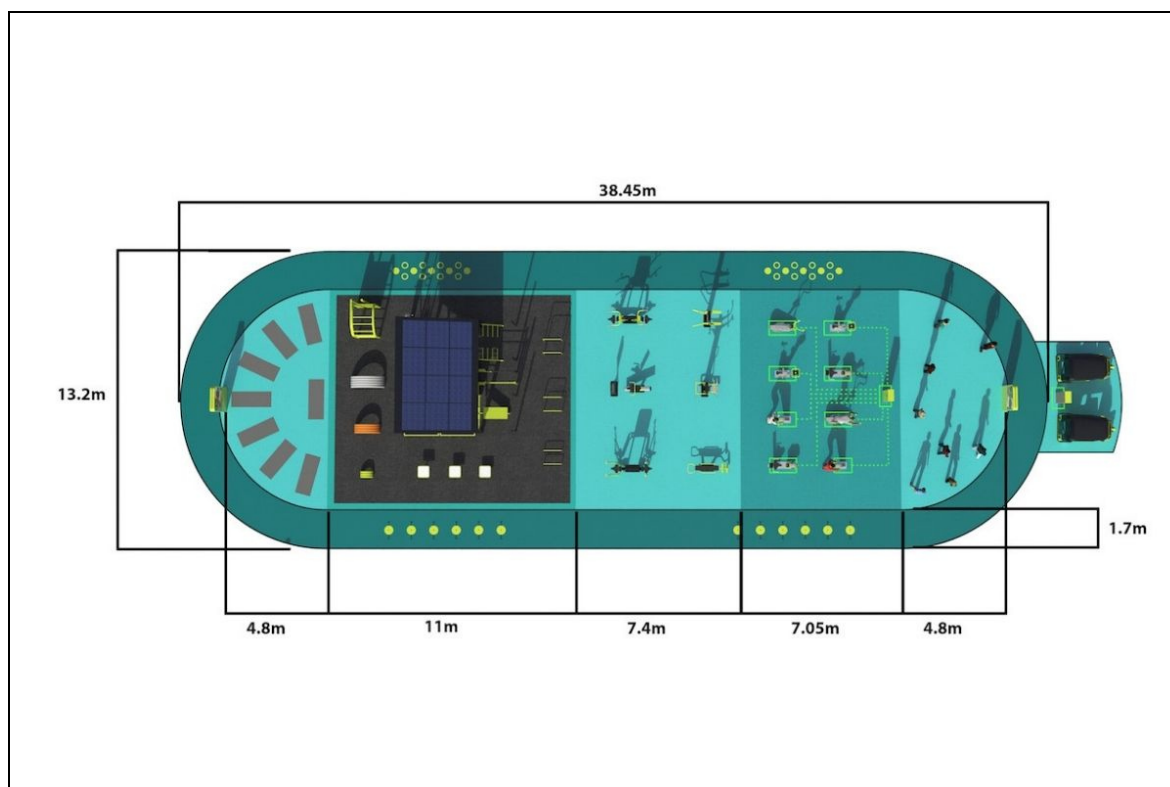


Figura nº10: Ejemplo de diseño de gimnasio eficiente de la empresa "The Great Outdoor Gym Company"
(Fuente: www.tgogc.com)

Aplicaciones

Esa electricidad generada por el usuario se puede utilizar para iluminar el recinto por la noche, con iluminación de bajo consumo (LED). De este modo, se puede ampliar el horario del recinto y generar más energía, es decir, reinversión ecológica.



Figura nº11: Instalación existente en la Universidad de Warwick, Reino Unido (Fuente: www.tgogc.com)

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

La idoneidad de estos sistemas para nuestro caso dependerá de la estética que se pretenda otorgar a los nuevos espacios exteriores que se generan en superficie.

Objetivamente, la cantidad de energía generada por el sistema es pobre comparado con las necesidades de las infraestructuras, pero aporta otro tipo de valores que se deben tener en cuenta, como es innovación y modernidad. Además, este tipo de gimnasio eficiente sirve para concienciar a la población en el ahorro energético y en la vida sana.

1.3.7. Generar energía con la decoración urbana

¿En qué consiste?

En los nuevos espacios peatonales exteriores que se generan con la transformación del eje litoral, se pueden generar multitud de áreas y ambientes

urbanos diferentes, en los cuales se pueden integrar sistemas de energía renovable.

La implantación de las energías renovables en entornos urbanos a veces se ve dificultada por la compleja integración en el ambiente urbano que se proyecte. Actualmente, la tecnología de energía renovable ha evolucionado (en diseño y eficiencia) como una alternativa real al paisajismo urbano.

Así por ejemplo, existen en el mercado diferentes sistemas energéticos renovables para integrar en entornos urbanos, tales como:

- Mini generadores eólicos integrados en mobiliario urbano
- Esferas solares integrables en la arquitectura de edificios
- Farolas solares
- Baldosas solares (tratado en el apartado 1.3.5 del presente informe)

Estos son algunos ejemplos en los cuales profundizaremos un poco a continuación, pero existen multitud de alternativas integrables en el entorno urbano, y que pueden ser considerados a la hora de diseñar los espacios exteriores que se generan en la transformación del eje litoral.

Funcionamiento del sistema.

MINI EÓLICA

Cada vez será más habitual encontrar energía eólica en el ámbito urbano, pues existe un interés creciente en sistemas eficientes y sostenibles medioambientalmente, dando paso al uso más extendido de las turbinas urbanas, que se caracterizan, principalmente, por su integración en el entorno.

Las turbinas eólicas urbanas que se están implantando son de pequeña escala y pueden encontrarse integradas en edificios de nueva construcción –diseñados teniendo en cuenta su presencia–, montadas en edificios ya existentes, o bien en espacios públicos.

Existen en el mercado multitud de modelos de mini-generadores eólicos. Como idea integrable en entornos urbanos, destaca el árbol con mini generadores eólicos: The Wind Tree (creado por la empresa francesa New World Wind).

The Wind Tree es una estructura de acero (que representa al tronco y las ramas) sobre la que se instalan 36 silenciosos mini-generadores eólicos (a modo de hojas del árbol) independientes. Cada hoja del árbol está compuesta por un generador síncrono con imanes permanentes con un estator (bobinado de cobre conectado a una tarjeta electrónica) y un rotor formado por dos placas que sostienen los imanes.



Figura nº12: Instalación del sistema Wind Tree en Roland Garros, París (Fuente: www.newworldwin.com)

Simplemente con la rotación de la hoja, sin correas ni engranajes, los imanes crean un campo magnético, generando tensión y corriente alterna (CA).

El sistema se completa con:

- Una batería que permite regular temporalmente la producción de electricidad para limitar los picos de tensión.
- Un inversor estándar que genera corriente a la tensión / frecuencia deseada, y opcionalmente un inversor específico que reinyecta corriente alterna directamente en el red local de la instalación.
- Todos los sistemas de seguridad necesarios para conexión a la red eléctrica; encendido (cable, protecciones eléctricas, etc.)

El sistema ofrece la posibilidad de añadir a cada hoja del árbol (mini-generadores) unas células fotovoltaicas para añadir más producción de electricidad al sistema.

La cantidad de energía producida por un árbol (según especificaciones del fabricante) es de 3kWh de potencia instantánea y en torno a 2.000 kWh en un año.

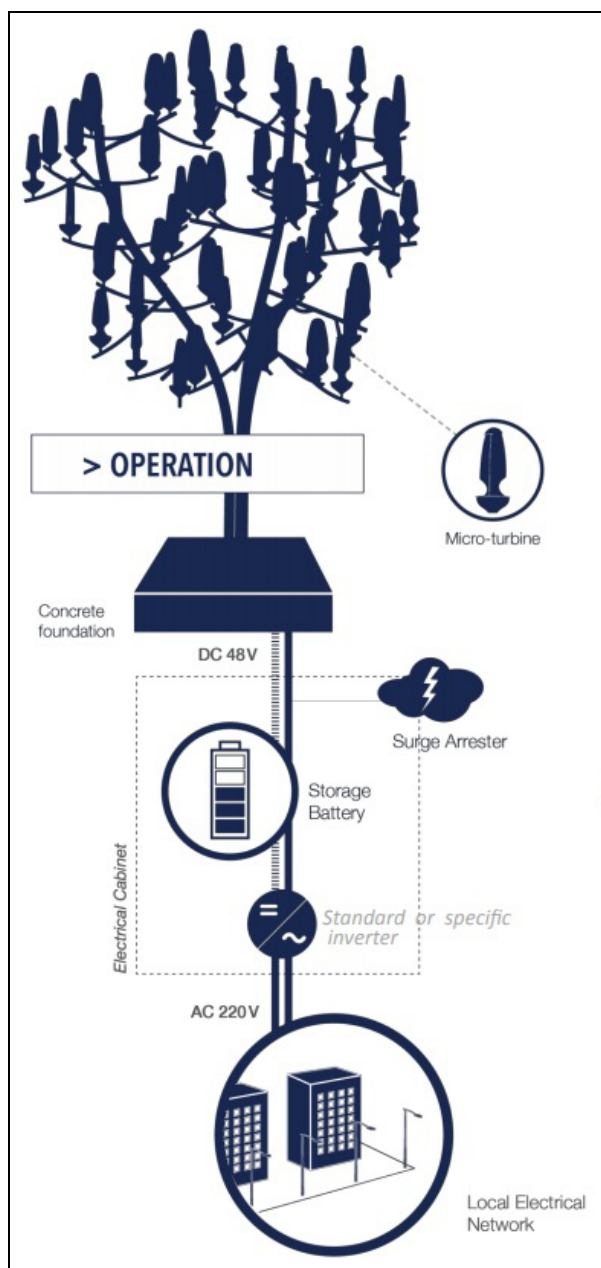


Figura nº13: Esquema de funcionamiento del sistema The Wind Tree (Fuente: www.newworldwin.com)

FAROLAS SOLARES

Las farolas con placas solares fotovoltaicas están muy extendidas en el mercado (aunque no tanto en el paisaje urbano de las ciudades) ya que aportan valor añadido al ahorro energético y sostenibilidad ambiental.

Actualmente, el producto se ha modernizado en diseño (hay multitud de modelos en el mercado), y sobre todo se ha mejorado su rendimiento e intensidad

lumínica, en parte debido a las mejoras de rendimiento de las lámparas LED en ambientes urbanos, así como la durabilidad de las mismas. Además, el coste de las mismas se ha reducido considerablemente en los últimos años.

El funcionamiento es sencillo y sin necesidad de complejas instalaciones: las placas llevan baterías fotovoltaicas que se alimentan durante el día. Estas baterías suelen ser de pequeño tamaño, gran capacidad de carga y profundidad de descarga alta. Cuando la luz del día desaparece se programa la farola para que la energía acumulada se transforme en iluminación.



Figura nº14: Aspecto de farola solar instalada en el complejo de las Fuentezuelas, Jaén (Fuente: www.smartcityjaen.com)

ESFERAS SOLARES

Cada vez es más frecuente encontrar en el mercado productos que generan energía sostenible con un diseño arquitectónico moderno para poder integrar en diferentes ambientes urbanos (marquesinas, fachadas de edificios, cubiertas, mobiliario urbano, etc.)

Dentro de estos, la empresa Rawlemon ha diseñado un dispositivo que ha denominado la “esfera solar”, disponible en diferentes versiones para integrar en fachadas de edificaciones o instalar en cubiertas.



Figura nº15: Esfera solar Rawlemon (Fuente: www.rawlemon.com)

Como se observa en la figura anterior, la esfera se llena de agua que magnifica los rayos del sol en más de 10.000 veces, por lo que es posible generar energía del sol en un día nublado (o incluso de la luna, indica el fabricante). Los diminutos paneles solares están situados directamente debajo de la esfera, donde le llega un rayo de luz magnificado. Es decir, el concepto es similar a las centrales termosolares pero con el uso del agua y a pequeña escala.

El dispositivo se completa con un sistema de posicionamiento respecto al sol y la luna con el que consigue aumentar la eficiencia, y por tanto, la energía acumulada.

El fabricante dispone de un modelo formado por batería de pequeñas esferas, que se puede integrar en fachadas de edificios, tal y como se observa en la figura siguiente:



Figura nº16: Sistema Microtrack 500HY de Rawlemon (Fuente: www.rawlemon.com)

Aplicaciones

La cantidad de energía generada dependerá de la cantidad de sistemas propuestos que se instalen, pero en general no podrán abastecer una parte importante de la demanda de las infraestructuras previstas. Por tanto, la generación de energía se debe aplicar la misma a dispositivos que tengan poco consumo:

- Alumbrado público
- Paneles de publicidad
- Señalización urbana

- Estaciones de carga de móviles o dispositivos electrónicos

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

La idoneidad de estos sistemas para nuestro caso dependerá de la estética que se pretenda otorgar a los nuevos espacios exteriores que se generan en superficie.

Objetivamente, la cantidad de energía generada por el sistema es pobre comparado con las necesidades de las infraestructuras, pero aporta otro tipo de valores que se deben tener en cuenta, como es innovación y modernidad.

1.3.8. Generar energía en el transporte de aguas del nivel freático

¿En qué consiste?

Las centrales hidroeléctricas aprovechan la caída de la masa de agua en un desnivel así como el movimiento del agua para generar energía limpia.

La empresa belga “Turbulent” aplica este mismo principio pero a pequeña escala. Su ventaja competitiva se basa en imitar el flujo del río para obtener energía incluso en cuencas fluviales poco caudalosas o en la que los “saltos” sean pequeños.

El proyecto, que lleva desarrollándose desde 2015, está aún perfeccionando todas sus partes, pero supone un gran cambio en las posibilidades de la obtención de energía procedente de la potencia del agua de los ríos, pudiendo ser usado por poblaciones que estén en los bordes de los mismos o para alimentar de energía zonas agrarias, ya que puede colocarse también en el curso de los canales de regadío.

Funcionamiento del sistema.

La turbina que se instala en recorridos paralelos al recorrido del flujo de agua hace uso de las pequeñas corrientes que se forman para aprovechar la energía. Se realiza una cuenca artificial en el lateral del curso de agua y allí se construye una especie de cuenca de hormigón armado. En esta cuenca lateral (en su parte más profunda) es donde se coloca una turbina. Cuando están abiertas las compuertas, el flujo de agua entra por esta vía alternativa y la turbina comienza a funcionar a medida que se forma el remolino generado por el recorrido alternativo del agua. De esta forma la energía se produce ininterrumpidamente mientras el agua fluye por la desviación.

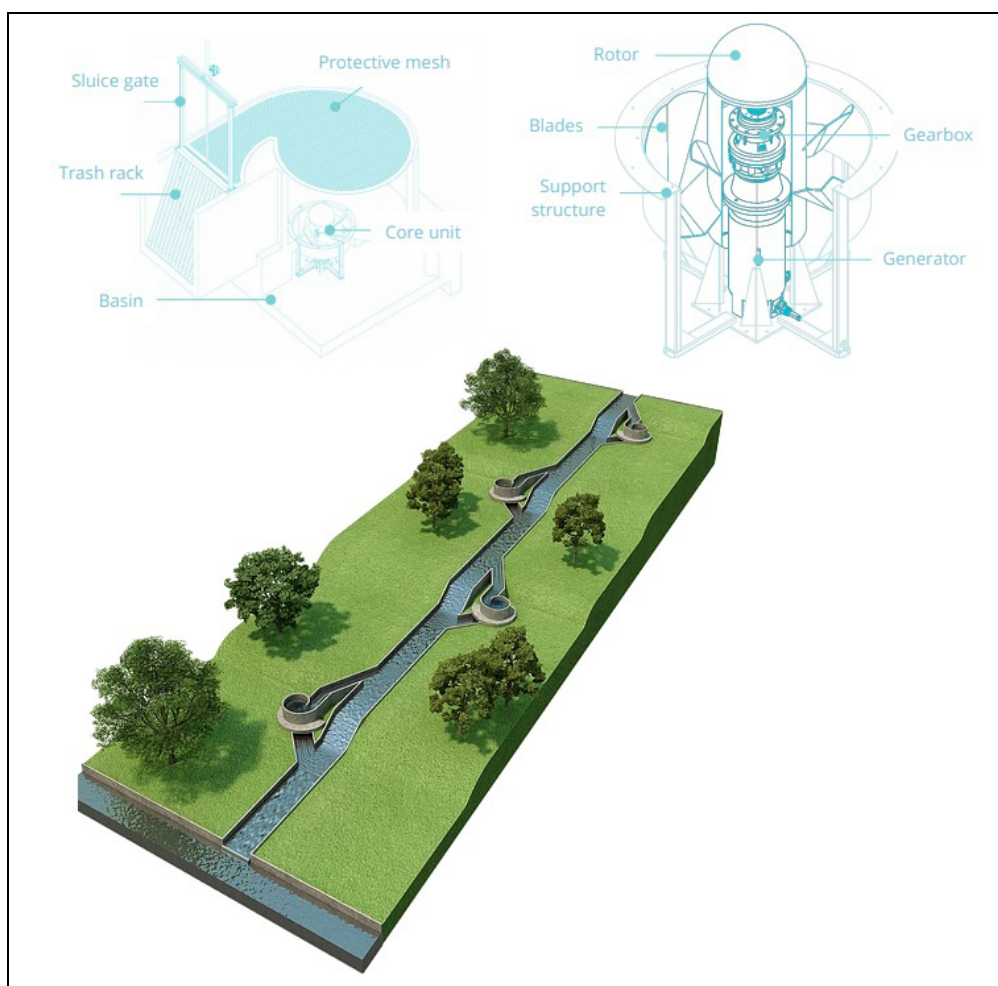


Figura nº17: Funcionamiento del sistema Turbulent (Fuente: www.turbulent.bi)

Aplicaciones.

Dado su carácter ininterrumpido de funcionamiento, el sistema es muy útil para generar una cantidad de energía considerable (dependiendo del tamaño de la turbina o del número de turbinas instaladas).

Por tanto, su principal aplicación será la de generar energía eléctrica para abastecer otros consumidores, con la ventaja de que la producción es estable y continua.

Según la empresa que lo comercializa, la tecnología es ideal para áreas rurales y regiones aisladas de la red eléctrica, siempre que haya un río cercano. Asimismo, según la empresa, sus turbinas no perjudican el medio ambiente y pueden ser fácilmente instaladas en un plazo corto de tiempo.

Idoneidad para las necesidades de las actuaciones del Plan Málaga Litoral

Esta innovadora y sencilla tecnología basa su éxito en las instalaciones junto a las cuencas de ríos.

En nuestro caso, y a pesar de que haya que realizar transporte continuo de agua (procedente del nivel freático), no disponemos de un canal que haga las funciones de río para poder implantar esta tecnología.

Por tanto, no consideramos este sistema idóneo para nuestro caso, y se descarta su utilización, a pesar de que es una muy interesante idea y rica en producción de energía eléctrica.

1.4. SISTEMA DE CONTROL Y MONITARIZACIÓN DE ENERGÍA

Para aumentar todas estas iniciativas de valor, toda la energía generada se debe gestionar de manera eficiente y minimizando las pérdidas de energía.

Asimismo, y siguiendo la línea de uno de los objetivos marcados por el proyecto Smart City en Málaga (monitorización, control y gestión activa de producción y demanda de energía en las infraestructuras planteadas), todas las iniciativas que se desarrollen se deben complementar con un sistema de control y monitorización de las instalaciones y la energía.

Por tanto, a los sistemas implementados en las actuaciones del Plan Málaga Litoral se les debe dotar de un sistema de control y gestión de las instalaciones del mismo.

El sistema de control gestionará y monitorizará todas las instalaciones realizadas, permitiendo optimizar el uso para el máximo aprovechamiento energético.

En concreto, el sistema deberá gestionar al menos:

- Control de la iluminación urbana, permitiendo los siguientes comandos: conmutación, regulación, información de fallo, y control proporcional en función del nivel de iluminación exterior.
- Integración de todos los sistemas de control de las estaciones de autobuses.
- Control de producción de energía de cada uno de los sistemas innovadores implantados y gestión del autoconsumo.
- Gestión de mantenimiento integral, que pueda ser gestionado por el puesto de control central o por medio de un Smartphone, tableta, u ordenador.

El sistema de gestión permitirá generar horarios, tener históricos de los elementos que necesitemos monitorizar, cambiar los valores de consigna, contabilizar producción y consumo energético a tiempo real, o simplemente observar cómo se están comportando las instalaciones, y variar lo que se considere oportuno.

Pero no solo basta con un sistema que controle y monitorice de manera eficiente. El sistema debe tener visualización por parte del ciudadano, como clara referencia de la apuesta de la ciudad por las energías limpias y la conciencia medioambiental. Esta visualización, además de informar al ciudadano (mediante paneles informativos, por ejemplo) sobre los datos más relevantes de sostenibilidad energética en las infraestructuras desarrolladas, sino que servirá para concienciar medioambientalmente al ciudadano, pues resulta crucial para lograr los exigentes objetivos de emisiones de CO₂ impuestos por Europa.

1.5. COMPARATIVA DE LAS IDEAS APORTADAS CON LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE LAS ACTUACIONES

1.5.1. Escenario 1: Teniendo en cuenta todas las infraestructuras previstas

Como se indicó anteriormente, la transformación del Plan Málaga Litoral se encuentra en una fase inicial, por lo que se desconocen con exactitud las instalaciones que necesitará. Aun así, se ha realizado una estimación de consumo anual esperado para todas las infraestructuras previstas.

Una vez expuestas las diferentes ideas innovadoras que se plantean en el presente informe, resulta interesante e ilustrativo, realizar un ejercicio de estimación (con prudencia) de la energía que estas ideas pueden producir y comparar estos valores con los consumos estimados. De este modo, se cuantificará de una manera aproximada, los ahorros energéticos que las ideas planteadas en el presente informe generan.

En la siguiente tabla, se pueden observar la energía generada por todos los sistemas no descartados en el informe, así como el coste estimado de cada una de las ideas innovadoras:

IDEA INNOVADORA	ENERGÍA GENERADA DIARIA (kWh/día)	ENERGÍA GENERADA AL AÑO (kWh/año)	ESTIMACIÓN COSTE (€)	€/Kwh al año generado	PESO
GEOTERMIA	-	-	-	-	-
ENERGÍA EÓLICA EN TUNEL	278,40	101.616,00	580.000,00	5,71	1,49%
ENERGÍA AL PASO DE VEHÍCULOS	10.440,00	3.810.600,00	1.740.000,00	0,46	56,05%
ENERGÍA PISADAS PERSONAS	71,04	25.929,60	96.200,00	3,71	0,38%
BALDOSAS SOLARES	68,38	24.960,00	30.000,00	1,20	0,37%
ENERGÍA CON DEPORTE	12,00	4.380,00	90.000,00	20,55	0,06%
THE WIND TREE	21,92	8.000,00	118.000,00	14,75	0,12%
FAROLAS SOLARES	-	-	-	-	-
ESFERAS SOLARES	11,10	4.050,00	100.000,00	24,69	0,06%
OTROS (RENOVABLES TRADICIONALES)	7.723,35	2.819.022,75	-	-	41,47%
		6.798.558,35			100,00%

Tabla nº3: Estimación de producción anual de energía generada por las ideas sugeridas y coste asociado

Sobre los datos expuestos en la tabla anterior, se han realizado las siguientes consideraciones:

- No se han considerado en la tabla anterior las ideas cuya idoneidad para las actuaciones de la transformación del eje litoral no han sido relevantes (generar energía con el movimiento del agua)
- Puesto que el uso de geotermia y farolas solares no producen energía eléctrica, sino que disminuyen el consumo de la misma (por alta eficiencia o autoconsumo), no se han considerado en la tabla anterior. En el momento de comparar la energía producida con la consumida, sí se tomarán en consideración como se verá posteriormente.
- Para estimar la energía eólica generada en el túnel, se ha supuesto que se instalan 4 uds de aero-generadores por cada metro lineal de túnel, generando cada uno de ellos 1 W.h/h (según datos indicados por "Tunnel-Energy")
- En el cálculo aproximado de la energía generada por el paso de vehículos en el túnel, se ha supuesto los dispositivos piezoeléctricos se instalan a lo largo de todo el túnel, generando cada uno de ellos 150 kW.h / h.km (dato inferior al indicado por la empresa Innowatech, el cual parece desmesurado).
- En cuanto a la energía producida por las pisadas de las personas (sistema Pavegen), se ha considerado que se instalarían 100 m² de dicho sistema, en zona de tránsito alto, generando 8 W.h /h.baldosa.
- La estimación de producción de energía mediante baldosas solares, se ha realizado suponiendo que se instalan 150 m² de dicha solería, en los espacios exteriores generados en la actuación, en un entorno urbano sin sombras, produciendo cada baldosa 120 kW.h / año (según datos de uno de los fabricantes descritos en el informe).
- Con respecto a la producción de energía mediante espacios urbanos habilitados para el deporte, se ha supuesto que se habilita una zona de 80 m² (para unos 15 usuarios al mismo tiempo) y con una intensidad de uso media, lo cual genera 12 kW.h/día, según datos del fabricante procedente de experiencia en proyectos similares.

- La estimación de energía producida por los árboles con mini-generadores eólicos (The Wind-Tree) se ha realizado considerando que se instalan 4 árboles en todos los espacios exteriores generados con la actuación, generando 2000 kW.h/año, según especificaciones del fabricante.
- En cuanto a las esferas solares, se ha supuesto que se instalan 15 paneles de mini-esferas (integradas en la arquitectura de las edificaciones), que generan 15Wp por panel.
- A pesar de no haberse descrito en el informe (por no ser ideas innovadoras), se ha considerado la generación de energía mediante energías renovables “tradicionales” (“Otros” de la tabla nº3). Esto es debido a que por requisitos de la normativa vigente (DB-HE del CTE), las infraestructuras asociadas a esta actuación, deberán incluir el cupo normativo de generación de energía limpia. Asimismo, parece razonable, que si se pretende que todas las actuaciones tengan visibilidad desde el punto de vista medioambiental, implantar alguno de los sistemas tradicionales de energías renovables para abastecer parte de la demanda energética (placas solares para producción de ACS o marquesinas urbanas con paneles fotovoltaicos, etc.). La estimación de generación de energía anual por estos medios ha sido del 15% del consumo anual estimado.
- Los costes estimados en la tabla nº3 ha sido calculado a partir de las estimaciones anteriormente explicadas y usando precios unitarios orientativos encontrados en las páginas web de los fabricantes.

Por tanto, si se implantan todas las medias expuestas anteriormente, la generación de energía limpia es aproximadamente de 6.798 MW.h/año, valor sustancialmente menor que el estimado para el consumo anual (18.793 MW.h/año). Pero esta comparativa no tiene en consideración el ahorro energético debido al uso de la geotermia y las farolas solares, tal y como se indicó anteriormente. Y lógicamente, aunque estas fuentes limpias de energía no producen energía, sí es cierto que disminuyen el consumo por su alta eficiencia

energética (geotermia) o autoconsumo (farolas solares). Es por ello, que para ser consideradas, las tablas nº2 y nº3 deben ser modificadas suponiendo que:

- El principal uso en edificación de la geotermia es en sistemas de climatización, siendo el más eficiente del mercado, por lo que se considera un 30% de reducción del consumo de energía en las infraestructuras con zonas que necesitan confort térmico (áreas de pasajeros en estaciones de autobuses)
- La potencia inicial estimada en espacios urbanos de superficie se planteó para alimentar fundamentalmente el alumbrado exterior de dichos espacios. Ya que toda la energía generada por las farolas solares se vuelca en las mismas farolas para su uso nocturno, se ha estimado una disminución de consumo en los espacios exteriores del 70%. No se elimina el consumo debido a estas zonas, ya que existirán otros tipos de consumidores que no sean las farolas solares (señalización urbana, iluminación decorativa, etc.).

Con estas premisas de ahorro energético, las tablas de potencia simultánea y consumo anual quedan de la siguiente manera:

ACTUACIÓN	SUPERFICIE APROX. (m ²)	DIVISIÓN EN ZONAS (m ²)	RATIO POTENCIA (W/m ²)	P INSTALADA (kW)	COEF. SIMULT.	P SIMULT. (kW)
TÚNEL	66700	-	25	1.667,50	0,50	833,75
ESTACIÓN LA EXPLANADA	33150	13260 PASAJEROS	100	928,20	0,50	464,10
		19890 VEHÍCULOS	25	497,25	0,50	248,63
ESTACIÓN DE LA MARINA	13650	5460 PASAJEROS	100	382,20	0,50	191,10
		8190 VEHÍCULOS	25	204,75	0,50	102,38
APARCAMIENTO PUERTO	12960	-	25	324,00	0,50	162,00
APARCAMIENTO CDAD. MELILLA	9600	-	25	240,00	0,50	120,00
ESPACIOS URBANOS SUPERFICIE	103000	-	2,5	77,25	0,50	38,63
				4.321,15		2.160,58

Tabla nº4: Estimación de demanda de potencia necesaria para las infraestructuras de la actuación aplicando reducciones por considerar el uso de geotermia y farolas solares

ACTUACIÓN	P. SIMULT. (kW)	Nº HORAS AL DIA	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO ANUAL (kWh/año)
TÚNEL	833,75	24	20.010,00	7.303.650,00
ESTACIÓN LA EXPLANADA	712,73	18	12.829,05	4.682.603,25
ESTACIÓN DE LA MARINA	293,48	18	5.282,55	1.928.130,75
APARCAMIENTO PUERTO	162,00	24	3.888,00	1.419.120,00
APARCAMIENTO CDAD. MELILLA	120,00	24	2.880,00	1.051.200,00
ESPACIOS URBANOS SUPERFICIE	38,63	12	463,50	169.177,50
				16.553.881,50

Tabla nº5: Estimación de consumo de energía anual en las infraestructuras de la actuación aplicando reducciones por considerar el uso de geotermia y farolas solares

Por tanto, si se implantan todas las medias expuestas anteriormente, la generación de energía limpia es aproximadamente de 6.798 MW.h/año, que comparado con el consumo anual estimado (16.553 MW.h/año), supone un 41% de la energía consumida.

Por tanto, según las ideas planteadas y la aplicación de todas ellas de una manera prudencial, estamos lejos de que las actuaciones del Plan Málaga Litoral sean de consumo casi nulo.

1.5.2. Escenario 2: Teniendo en cuenta las edificaciones previstas (estaciones de autobuses)

Habiendo constatado que con las estimaciones realizadas para la totalidad de las infraestructuras, resulta muy complicado que se alcance el objetivo de que éstas sean de consumo casi nulo, merece la pena plantear un escenario diferente: si la energía generada estimada se vierte al consumo de las estaciones de autobuses, ¿serían estas edificaciones de consumo casi nulo?

En este escenario, e incluyendo la reducción de consumo debido al uso de la geotermia (tal y como se estableció en el escenario anterior), las tablas de potencia simultánea y consumo anual quedan de la siguiente manera:

ACTUACIÓN	S. APROX. (m ²)	DIVISIÓN EN ZONAS (m ²)		RATIO POTENCIA (W/m ²)	P INSTALADA (kW)	COEF. SIMULT.	P SIMULT. (kW)
ESTACIÓN LA EXPLANADA	33150	13260	PASAJEROS	100	928,20	0,50	464,10
		19890	VEHÍCULOS	25	497,25	0,50	248,63
ESTACIÓN DE LA MARINA	13650	5460	PASAJEROS	100	382,20	0,50	191,10
		8190	VEHÍCULOS	25	204,75	0,50	102,38
					2.012,40		1.006,20

Tabla n°6: Estimación de demanda de potencia necesaria para las estaciones de autobuses aplicando reducciones por considerar el uso de geotermia

ACTUACIÓN	P. SIMULT.(kW)	Nº HORAS AL DIA	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO ANUAL (kWh/año)
ESTACIÓN LA EXPLANADA	712,73	18	12.829,05	4.682.603,25
ESTACIÓN DE LA MARINA	293,48	18	5.282,55	1.928.130,75
				6.610.734,00

Tabla n°7: Estimación de consumo de energía anual en las estaciones de autobuses aplicando reducciones por considerar el uso de geotermia y farolas solares

Por tanto, si se implantan todas las medias expuestas anteriormente, la generación de energía limpia es aproximadamente de 6.798 MW.h/año, que comparado con el consumo anual estimado para las dos estaciones de autobuses (6.610 MW.h/año), supone un 102% de la energía consumida, por lo que en este escenario, sí se podría plantear que las estaciones de autobuses sean de consumo (casi) nulo.

1.6. CONCLUSIONES

Habiendo realizado una exposición descriptiva de ideas de producción de energía y la idoneidad de las mismas en las actuaciones del Plan Málaga Litoral, la valoración de su implementación en la mayoría de los casos es subjetiva, puesto que el aporte de energía es limitado comparado con las necesidades energéticas de las infraestructuras del proyecto.

Si se observa la tabla nº3, se aprecia que la carga de energía producida en todas las actuaciones las soportan dos ideas: las renovables tradicionales y el sistema de generación de energía por el paso de vehículos en el túnel (en torno a un 97% de la energía generada).

Por tanto, en una valoración cuantitativa, parece claro que estas dos ideas se deben implantar en el proyecto, con el inconveniente de que la tecnología del sistema de generación de energía por el paso de vehículos en el túnel todavía no está muy desarrollada, lo cual genera incertidumbre a la hora de apostar por esta innovadora idea.

Por tanto, para valorar qué sistemas implantar, debemos volver al planteamiento de objetivos inicial y establecer conceptualmente lo que se pretende (desde el punto de vista energético y ambiental).

Si lo que se pretende es una actuación energética eficiente y generar energía para que las infraestructuras implantadas sean de consumo casi nulo, entonces lo ideal será implantar sistemas tradicionales de energías limpias (placas fotovoltaicas, aerogeneradores o incluso algún sistema de cogeneración). El reto en este caso supone integrar estos sistemas en la arquitectura que se diseñe, ya que estas instalaciones previsiblemente serán de gran tamaño.

Si lo que se pretende es que la transformación de la zona tenga un efecto innovador, moderno, responsable medioambientalmente, pero sin conseguir que las infraestructuras sean de consumo casi nulo, entonces se deben plantear algunas de las soluciones descritas en el presente informe. Probablemente en algún punto entre ambos planteamientos de partida esté la solución.

Por último, se deben destacar los resultados obtenidos en el escenario nº2, pues resulta interesante que aplicando la generación de energía a las edificaciones de las actuaciones (estaciones de autobuses), éstas se puedan diseñar para un consumo (casi) nulo de energía, lo cual resultaría un gran ejemplo de conciencia ambiental para la ciudad y viable desde el punto de vista energético y operativo.

Málaga, Octubre 2020



El ingeniero industrial,
Adolfo Ramírez Baeza
Colegiado nº1538
COII Andalucía Oriental

1.7. APÉNDICE: RECORTES DE PRENSA Y PUBLICACIONES RELACIONADAS

CIUDAD AZUL

Smart City Málaga: 10 años de innovación para diseñar la ciudad del futuro

La ciudad es un laboratorio al aire libre para la investigación y desarrollo de soluciones para unos espacios urbanos más eficientes energéticamente



En Málaga se prueban algunas de las tecnologías inteligentes que más tarde formarán parte del día a día de muchas otras ciudades

LORENA FARRÀS PÉREZ

28/01/2020 03:03 | Actualizado a 28/01/2020 20:08

Londres, Nueva York y Ámsterdam encabezan el ranking mundial del IESE de las **ciudades** más **inteligentes** del mundo. En **España**, destacan las dos grandes capitales, **Madrid** y **Barcelona**, pero también **Málaga**. **Endesa** cuenta en la ciudad andaluza con en un **laboratorio** al aire libre en el que **experimentar** y **mostrar** las **soluciones** que van a formar parte

del día a día de nuestras urbes en materia **energética**. Es el Smart City Málaga Living Lab y se cumplen diez años de su puesta en marcha.

Las *smart cities* o **ciudades inteligentes** se caracterizan por “la aplicación de las tecnologías de la información y de la comunicación (**TIC**) a la gestión de los espacios urbanos”, explica Jorge García, catedrático de la **UPC** e investigador del **Barcelona Supercomputing Center**. Las soluciones están vinculadas con las redes de suministro, la movilidad o los residuos, entre otros aspectos clave en el funcionamiento diario de una urbe. “El objetivo es conseguir una mayor eficiencia y hacer frente a retos como la contaminación o el envejecimiento de la población”, añade el experto en arquitectura de computadores.



Málaga es una de las ciudades más 'inteligentes del mundo' (Endesa)

La movilidad que viene

En septiembre, Málaga fue noticia por la presentación del primer autobús eléctrico con un sistema de carga a través del suelo. El proyecto –denominado Paloma (acrónimo de Prototype for Alternative Operation of Mobility Assets) e impulsado por

Endesa, Alstom y Mansel-, consiste en “la instalación, de forma soterrada, de un sistema de carga rápida (200 kW) en la parada final de la línea”, explica Santiago Cascante, responsable de Innovación de e-distribución, la filial de distribución eléctrica de Endesa. El objetivo de esta iniciativa es duplicar la autonomía de los autobuses sin variar los tiempos de espera de los pasajeros, con el consiguiente avance en la innovación tecnológica que rodea a la movilidad eléctrica.

Otros proyectos punteros en materia de movilidad que han tenido su origen en Málaga son “el primer poste V2G (Vehicle to Grid) para carga de vehículos eléctricos en España y el programa Zem2all (Zero Emission Mobility to All), que entre los años 2012 y 2016 desarrolló el primer proyecto demostrativo a gran escala de movilidad eléctrica en el país.

Inteligencia artificial en la red de distribución

El Smart City Málaga Living Lab acoge también el proyecto Pastora (acrónimo de Preventive Analysis of Smart Grids with Real Time Operation and Renewable Assets Integration). En él, “Endesa lidera un consorcio que aplica técnicas de inteligencia artificial para analizar los datos obtenidos de los contadores electrónicos y de los sensores instalados en distintos puntos de la red para permitir a los operadores del sistema predecir y anticiparse a posibles incidencias, concentrar las inversiones en los puntos donde más se necesita, integrar las energías renovables en los puntos más óptimos y aumentar la calidad de servicio”, explica Cascante.

Una ciudad laboratorio

“No es un laboratorio de investigación de bata blanca. Las nuevas tecnologías se prueban en un entorno real”, señala Santiago Cascante, responsable de innovación de e-distribución

Otro proyecto con nombre de mujer que se ha realizado en Málaga es Monica (Monitorización y Control Avanzado de las redes de distribución de Media y Baja tensión). Gracias a la información de los contadores inteligentes y los sensores, ha permitido determinar en tiempo real la situación de la red de media y baja tensión, algo que, hasta el momento, sólo se había aplicado a la red de alta tensión. Por otro lado, Smartnet es un proyecto europeo en el que se han desarrollado las oportunidades que ofrece un modelo energético más flexible y colaborativo, en el que el consumidor se convierte también en productor.



Más de 70 compañías y una treintena de centros de investigación y universidades de todo el mundo se han interesado por el proyecto (Michelo Toro / Endesa)

Un referente internacional

Desarrollado con el apoyo del ayuntamiento de Málaga y la colaboración de muchas empresas y entidades colaboradoras, el Smart City Málaga Living Lab se ha convertido en un proyecto de referencia internacional. Desde su puesta en marcha en el 2009, ha recibido a más de 70 compañías y más de una treintena de centros de investigación y universidades procedentes de los cuatro continentes. Una buena muestra de la proyección

internacional de este laboratorio al aire libre es el hecho de que, en septiembre del 2017, recibiera la certificación como Living Lab de la red ENoll (European Network of Living Labs). Fue la primera iniciativa de estas características impulsada por una empresa eléctrica en ser admitida en la ENoll.

Inicio » [Energías Renovables](#) » Las terminales de los puertos de Baleares serán autosuficientes energéticamente

BUSCADOR

Las terminales de los puertos de Baleares serán autosuficientes energéticamente

Publicado: 10/09/2020

La Autoridad Portuaria de Baleares ([APB](#)) ha iniciado el camino de transformación de sus 5 puertos de interés general hacia la sostenibilidad. El objetivo es que la energía requerida para el funcionamiento de las terminales sea cubierta por energía procedente de fuentes renovables.



La APB prevé transformar de manera gradual todas las terminales de pasajeros que se encuentran en los cinco puertos de interés general que gestiona.

La APB está trabajando en la adaptación de la futura terminal de pasajeros para el tráfico con Formentera del puerto de Ibiza para que se convierta en un prototipo de edificio autosuficiente energéticamente. Las actuaciones en este edificio comenzarán en 2024.

En el mismo camino se encuentran las estaciones marítimas de Alcúdia, La Savina y la EM6 de Palma, en cuyo proyecto se trabaja desde el mes de junio para que la energía que consuman sea renovable. Está previsto un presupuesto de 7 millones de euros, y la previsión es empezar la construcción a finales de 2022 y finalizar en 2024.

Geotermia y fotovoltaica

Los proyectos incluyen la mejora de la climatización de los edificios mediante la aportación de sistemas más eficientes de geotermia, el aprovechamiento de cubiertas para producir energía eléctrica mediante instalación de placas fotovoltaicas y la instalación de sistemas de potabilización de agua.



Terminales de los puertos de Ibiza, Alcúdia, La Savina y la EM6 de Palma, serán las primeras en transformarse hacia la autosuficiencia energética.

A los proyectos mencionados hay que añadir la nueva terminal del Botafoc en Ibiza, que se encuentra en construcción y en la que, gracias a un proyecto subvencionado al 100% por la Unión Europea, se instalarán unas baterías experimentales de lignina que permitirán el almacenamiento de la energía fotovoltaica generada con los paneles fotovoltaicos que se instalarán en las pérgolas previstas en la zona de aparcamiento.

Hacia la descarbonización de los puertos

Con estas actuaciones, la APB quiere situarse como un referente a nivel autonómico y estatal en cuanto a descarbonización, objetivo que aportará un nivel óptimo de confort térmico y una alta calidad del aire interior además de ahorros energéticos significativos.



La APB quiere descarbonizar sus puertos y aumentar significativamente el ahorro energético mediante un diseño, construcción y gestión más sostenibles.

Cinco principios esenciales trabajan conjuntamente para garantizar el rendimiento final de la edificación: aislamiento térmico, carpintería de altas prestaciones, ausencia de puentes térmicos, sistema de ventilación mecánica de doble circuito y estanqueidad del aire. Las implicaciones de este nuevo método de construcción son de enorme calado, porque transforman muchos de los procedimientos de diseño, construcción y gestión de los edificios hacia una mayor eficiencia energética de los mismos.

La APB desarrolla sus políticas de sostenibilidad en línea con el cumplimiento de los objetivos planteados por la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética para las Islas Baleares y de acuerdo con la Directiva 2010/31/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo.

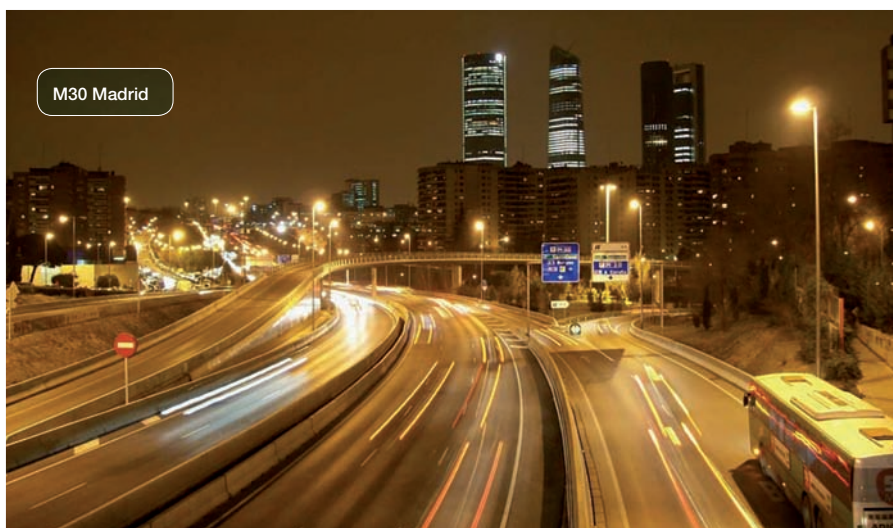
Archivado en: [Energías Renovables](#)

Etiquetado como: [Autoconsumo Energético](#), [Energía Fotovoltaica](#), [Energía Geotérmica](#)

Generar energía con las carreteras

¿Se puede obtener energía de la carretera? Ese es el objetivo en el que están trabajando diferentes proyectos internacionales. Uno de ellos “Roads as energetics corps”, dirigido por Antonio Pérez Lepe, del Centro de Tecnología de Repsol, que acaba de ganar el Premio Internacional a la Innovación en Carreteras de la AEC. Otro, el SolaRoad, es un carril bici piloto que ya produce energía solar en Holanda.

El objetivo del proyecto “Roads as energetics corps –REC–” es cambiar y extender el concepto de infraestructura de transporte hacia el concepto de infraestructura activa e inteligente. Las vías de circulación dejarían de ser únicamente un instrumento que soporta el tráfico de vehículos, para alcanzar la función adicional de convertirse en un elemento generador de energía eléctrica. Este proyecto ha ganado la “V Edición del Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo” que otorga la Asociación Española de la Carretera –AEC–. La investigación ha sido desarrollada por un equipo de técnicos de diversos organismos públicos y privados especializados en la faceta más sostenible de las carreteras. Se trata de un estudio que analiza la capacidad de aquéllas como infraestructuras activas capaces de generar energía de forma eficiente y contribuir a un tráfico respetuoso con el entorno. El equipo ganador está formado por Antonio Pérez Lepe, doctor en Ingeniería Química del Centro Tecnológico de Repsol; José Francisco Fernández Lozano, doctor en Ciencias Físicas del Instituto de Cerámica del Vidrio; Silvia Hernández Rueda, doctora en Ingeniería de Materiales del Centro Tecnológico de Repsol; María Ángeles Izquierdo Rodríguez, ingeniero químico de la Universidad de Huelva; Alberto Moure Arroyo, doctor en Ciencias Físicas del Instituto de Cerámica y Vidrio; María Pilar Ochoa Pérez, profesora del Departamento de Física Aplicada a las Tecnologías de la Información de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid; y



Domingo Urquiza, Ingeniero Electricista y Máster en Ingeniería Eléctrica del Centro de Ensayos, Innovación y Servicios (CEIS).

Para este proyecto se han evaluado todas las opciones de captura de energía, aprovechando todos los factores y posibilidades energéticas que posee la infraestructura, además de los usos potenciales de dicha energía. Finalmente han sido dos las energías desarrolladas: piezoeléctrica y fotovoltaica.

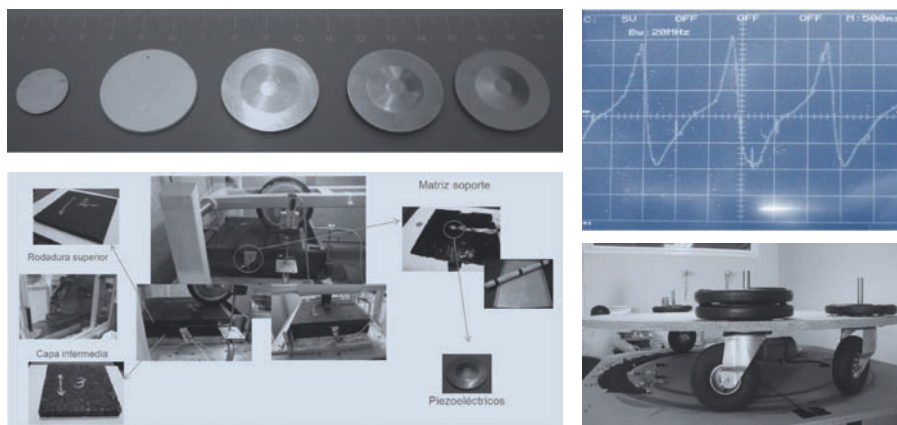
Según Antonio Pérez Lepe, éste “se enmarca dentro de la disciplina de captación de energía residual, o Energy Harvesting. Como si de un campo de cultivo se tratara, la carretera se sembrará de receptores y captadores de energía de bajo voltaje, desde los cuales se irá recolectando energía, que de otro modo se perdería, para alimentar diferentes dispositivos. Esta energía podría emplearse para iluminación,

seguridad vial activa, control del tráfico, movilidad inteligente, Smart cities o mantenimiento de la propia infraestructura (structure health monitoring)”.

La vía piezo eléctrica

La vía piezoeléctrica consiste en interponer dispositivos embebidos en el asfalto, capaces de transformar la presión y vibración ejercida por los vehículos (que se transmite hacia el terreno) en energía eléctrica. Esta energía en forma de pulsos eléctricos debe ser rectificadora y transformada para obtener una energía almacenable y “usable”.

Pérez Lepe explica que “el proyecto se inició en Repsol en 2012 y llegó con éxito a la fase de prototipo, donde se pudieron obtener valores reales sobre la energía recuperada y se pudo por tanto visualizar un modelo de negocio para esta tecnología”. La captura de energía residual en la carretera es una



De izquierda a derecha y de arriba a abajo: vista de los diferentes discos y címbalos ensayados en el prototipo Wheel Track; pulsos registrados en osciloscopio a cada paso de rueda en prototipo Wheel Track; visión completa del prototipo Wheel Track; y prototipo de Anillo para verificar la influencia de la velocidad sobre la respuesta del piezoeléctrico. Imágenes extraídas del documento de la AEC "Proyecto "Roads as energetic crops". Carreteras energéticas mediante captación piezoeléctrica".

línea de trabajo pionera a nivel mundial. Existen diferentes grupos de investigación trabajando en diversas líneas: piezoeléctrica, fotovoltaica, inducción electromagnética,... En EE.UU. y Holanda existen unos desarrollos de paneles fotovoltaicos transitable (que aún distan de poder ser una alternativa viable para las carreteras). En Israel, EE.UU., Holanda, Reino Unido o Japón hay diferentes grupos de investigación que trabajan sobre el concepto de piezoelectricidad para carreteras, cada uno con un acercamiento diferente. El acercamiento de Repsol es único, ya que se concibe desde el conocimiento y respeto de la infraestructura: la carretera y su funcionalidad.

"La cantidad de energía que se podría obtener podría satisfacer los usos de iluminación o alimentación de sensores inteligentes. Se estima que podríamos conseguir 1 kWh por cada 12 metros de carretera" –explica el autor del proyecto-. No todas carreteras podrían albergar estos sistemas, su uso quedaría reducido a aquellas cuyas características sean óptimas para una inversión de este tipo. Según Pérez Lepe "en el caso piezoeléctrico, para maximizar la rentabilidad del dispositivo y la energía recuperada es necesario tener muchos impactos, por lo tanto esta tecnología será rentable en carreteras con mucho tránsito. Un caso ideal de éxito son las grandes carreteras peri-urbanas (como la M-30 en Madrid) con una alta densidad de vehículos golpeando de forma constante la carretera".

Ha sido un proyecto multidisciplinar donde han participado expertos en materiales, modelización mecánica, energías renovables, electricidad y electrónica. Han partici-

pado investigadores de Repsol, el instituto de Cerámica y Vidrio de CSIC, la empresa OnyxSolar y la empresa Ceis. A su vez se han iniciado conversaciones con equipos de diferentes países que también estaban trabajando en temas similares, como el centro de materiales y energía EMPA, en Suiza, la Universidad de Delft en Holanda y la Universidad de Virginia, en EE.UU.

Del prototipo al mercado

La memoria del proyecto REC subraya que "los datos aportados por el prototipo en cuanto a cantidad y calidad de energía recuperada en la carretera demuestran que la tecnología es viable". Este diseño es capaz de abastecer la carretera de su uso en luminaria basada en LED (es el requerimiento más demandante), y por supuesto en balizamiento, seguridad activa, etc. Se han estimado los costes de la instalación y la rentabilidad, con un break even point a los 5-6 años desde instalación, que es el tiempo previsto de mantenimiento de las capas de rodadura, para un coste que oscila entre el coste de la energía en grid y el valor de una hipotética compra de energía alternativa (0,18-0,32 €/kWh). El proyecto señala que para llevar a cabo y poner en situación la invención, sería necesaria "la creación de un consorcio a través de un socio constructor, una administración de carreteras y una compañía eléctrica para conseguir un retorno de inversión rápido".

Además se apunta que "el consorcio formado podría ser un proveedor de energía de baja intensidad deslocalizada, con las siguientes ventajas y oportunidades, atendiendo a los materiales piezoeléctricos: uso

cercano a la fuente, prosumers, zonas remotas, materiales inteligentes, materiales para la energía; materiales y sensores llegarán a ser commodities. Las arquitecturas y el conocimiento tendrán el máximo valor; y aplicaciones viables en infraestructuras, smart city y sensorización continua de la infraestructura (health-structure monitoring)".

El segundo escenario de uso está basado en la alimentación de sensores y englobaba de forma cualitativa todos aquellos usos donde es importante, y además rompería una barrera técnica actual, disponer de sensores autónomos wireless, capaces de ser integrados en el material asfáltico, sin necesidad de batería (duración máxima de 2-3 años) ni cableado. Estas características hacen posible, en el ámbito de carreteras e infraestructura vial, una mejor integración de los sensores (de un tamaño aproximadamente un 70% menor al no contener la batería) de forma masiva, a la hora de construir o rehabilitar la carretera.

El proyecto advierte finalmente que "la mejor forma para explotar una futura comercialización y/o atracción de capital por parte de socios industriales es la fabricación de un Producto Final. Se trataría de una lámina de captura energética residual de baja intensidad". Una lámina asfáltica tiene un coste que ronda los 8-20 €/m² dependiendo del uso y de los materiales de fabricación. Por otro lado la sensorización abarcaría los costes de sensor (80€), el nodo (700€) y la antena más el software (2000€); ésta última siendo móvil y pudiéndose utilizar la misma en todo el proyecto.

Carretera Solar

La atención de las industrias solar fotovoltaica y de infraestructuras, tiene su mirada puesta en el proyecto SolaRoad, que se está desarrollando en la región del norte de Holanda, donde colaboran la compañía TNO. El proyecto SolaRoad, que transforma el pavimento en placas solares, espera alcanzar un rendimiento de 50 kWh a 70 kWh por metro cuadrado y hora al año.

El proyecto todavía está en fase de prueba, y en noviembre se ha inaugurado su primera instalación piloto a lo largo de la carretera provincial N203, en el pueblo de Krommenie, por el ministro de Asuntos Económicos de Holanda, Henks Kamp. Se trata de un carril bici de 100 metros de largo y 3,5 metros de ancho en la que se han



El ministro de asuntos económicos de Holanda, Henks Kamp, inaugura la primera calle solar en la localidad de Krommenie.



Operarios instalan un módulo prefabricado de pavimento SolaRoad en Holanda.

instalado paneles solares protegidos por una capa de vidrio antidesgaste y otra de plástico translúcido antideslizante.

La primera calle solar del mundo ha dispuesto de una inversión de tres millones de euros y su ejemplo podría extenderse en un país como Holanda con un grave problema de espacio que impide desplegar instalaciones convencionales de parques solares, y donde por el contrario existe 35.000 kilómetros de carril bici repartidos por todo el país que podrían servir de futura ubicación de más paneles solares.

Detalles técnicos

La ruta para bicicletas consta de módulos prefabricados de elementos de hormigón de 1,5 por 2,5 metros, con una capa superior de cristal. Estas son las dimensiones del prototipo, que pueden variar en cada instalación en particular. La prefabricación ofrece ventajas para su producción en serie y para facilitar al máximo su instalación. Debajo de la cubierta de vidrio templado de una pulgada de grosor se dispone una configuración de células solares de silicio cristalino. La forma en que se utiliza la energía, se seguirá desarrollando en el piloto por los socios participantes. El uso de aplicaciones TIC inteligentes realizará una distribución eficiente de la electricidad producida.

Tanto las células como el vidrio son prototipos y se sigue investigando en otras opciones, y los módulos están diseñados para que puedan adaptarse a posibles nuevas mejoras técnicas. También se colocará otra capa óptica entre la cubierta y las células solares para centrar la concentración de la luz solar.

El director de Ooms Civiël, Arian de Bondt, ha afirmado que su empresa participa en

el proyecto porque "creemos en el futuro de las infraestructuras como un medio para generar energía, será una cuestión de perseverancia y paciencia el lograr un concepto comercial. Con este proyecto piloto vamos a adquirir experiencia práctica en muchos terrenos. Al mismo tiempo vamos a trabajar en los laboratorios y con los proveedores que trabajan en un mayor desarrollo de los componentes individuales para aumentar el rendimiento en kWh, completamente robustos, y en mejorar la relación entre coste y eficacia".

Para el director del proyecto Sten de Wit, el concepto y las aplicaciones de la carretera pueden ampliarse, "somos capaces de capturar la luz de sol en las carreteras. Esto nos aporta electricidad que podemos que puede ser utilizada en el futuro en posibles aplicaciones como la iluminación urbana, siste-

mas de tráfico, los vehículos eléctricos que circulen sobre ella, y hasta los hogares".

El proyecto mantiene algunas similitudes con algunas investigaciones que se están desarrollando en Estados Unidos, donde se trabaja en un sistema centrado en sensores, iluminación y líneas dinámicas en la carretera, y los investigadores están compartiendo conocimientos para acelerar la capacidad extraer energía de las carreteras.

Tras las pruebas de laboratorios y una vez que se han inaugurado los 100 primeros metros de SolaRoad con resultados positivos, el consorcio que lo construye se muestra optimista. Se ha comprobado que en términos de calidad, confort, rigidez, seguridad y mantenimiento, esta vía es similar otros caminos y carriles bici. Además se sigue trabajando para mejorar el conocimiento, la elección de materiales, la generación de energía y el modelo de negocio. Se estima que un paso definitivo para esta tecnología será cuando demuestre su capacidad para transmitir la electricidad generada a los vehículos que circulen sobre la infraestructura ◀◀

Cuatro conclusiones del Proyecto REC

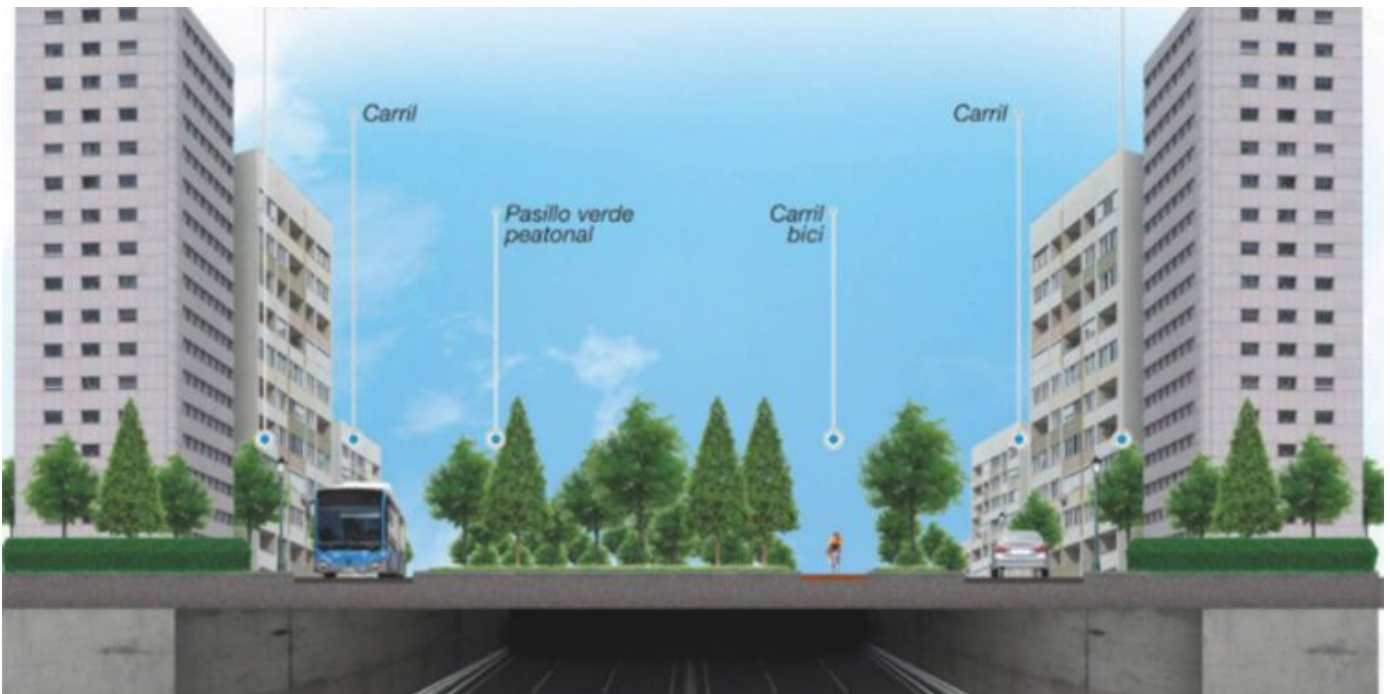
- El proyecto REC ha cubierto las etapas de conceptualización de la idea, establecimiento del roadmap del proyecto, dotación de recursos, lanzamiento y prototipado final. Los datos obtenidos en el prototipo forman una base de decisión para proseguir con los escenarios de uso futuros.
- El prototipo se ha construido en las instalaciones de Repsol y ha sido capaz de demostrar que la tecnología de almacenamiento de energía a partir de pulsos generados por los vehículos es viable.
- La señal pulsante obtenida en cada impacto de rueda ha sido transformada y estabilizada a través de un circuito eléctrico, contra una carga capacitiva que hace las veces de una batería.
- Hay dos escenarios de oportunidad para mayor rentabilidad: diseño de producto (lámina de captura para energía de baja intensidad), y auscultación permanente de carreteras (ligado también al concepto de Smart city), mediante la integración de sensores autónomos wireless alimentados a través de transductores piezoeléctricos. En ambos modelos, se necesita un socio para acortar tiempos de puesta en mercado. Ambos escenarios supondrán un avance en la innovación en carreteras.

Vía libre al proyecto de aprovechamiento de fuentes de energía procedentes del próximo soterramiento de la A5 en Madrid

El Ayuntamiento de Madrid ha previsto en el proyecto de los túneles el aprovechamiento de energía

por **Esther de Aragón** — 02/10/2020 en CLIMATIZACIÓN, INFORMES, OTRAS TECNOLOGÍAS

0



Proyecto de soterramiento de la A5 - Paseo de Extremadura de Madrid. Foto: Subterra Madrid.

0 SHARES



El **proyecto de soterramiento de la A5 – Paseo de Extremadura de Madrid** conlleva también el aprovechamiento de fuentes de energía de los túneles. Con ello se pretende contribuir al objetivo de convertirse en una infraestructura con balance energético cero.

Es la primera vez en España que se contempla el aprovechamiento de la energía limpia, renovable y libre de CO2 de la propia infraestructura subterránea.

La información parte de Madrid Subterra, **de la que ya hemos hablado**. Es la asociación para la exploración y explotación del potencial de energía limpia y renovable del subsuelo de Madrid.

Los estudios previos del **Aula Universitaria Madrid Subterra** han sido parte del fundamento en el que se ha basado el proyecto. Concretamente, indican que los túneles de la Calle 30 tienen un potencial considerable de energía térmica dentro de los propios túneles. Y podría aprovecharse esa energía en los cuartos técnicos de los túneles, como en edificios próximos. Consideran

importante tener en cuenta que las inversiones que requiere el aprovechamiento de esa energía son inferiores durante la construcción que posteriormente. De ahí que hayan comenzado el estudio de empleo de energías renovables para calefacción y agua caliente sanitaria procedentes de la energía del agua de bombeo y energía del aire de los túneles.

Soterramiento de la A5

Desde **Subterra** señalan que el proyecto de soterramiento de la A5 supondrá mejoras en: sostenibilidad, movilidad, contaminación atmosférica y acústica y la vida de los vecinos de la Ciudad de Madrid. En concreto, y muy especialmente, de los habitantes de los barrios de Batán, Colonia Jardín, Lucero y Campamento.

El proyecto de soterrar la A5 y la ejecución del denominado Paseo Verde del Suroeste ha sido adjudicado a la unión temporal de empresas (UTE). Está compuesta por: **Esteyco e Ingeniería Subterra**, que nada tiene que ver con la asociación. El proyecto se ha adjudicado **en 3,07 millones de euros**, un 38% por debajo del presupuesto base de licitación.

El soterramiento de la A5 se realizará en un tramo de 3,8 kilómetros de la citada vía. Permitirá recuperar 80.000 metros cuadrados para los madrileños, dando también continuidad a Madrid Río y la Casa de Campo.

Sobre Subterra Madrid

La asociación nació en 2014. Se trata de un grupo de **organizaciones públicas y privadas** que persiguen un modelo energético más autónomo, limpio y sostenible para Madrid. La asociación, sin ánimo de lucro, surgió para promover la exploración y explotación del potencial de energía limpia y renovable del subsuelo de Madrid.

Desde su plataforma, estimulan y apoyan ideas y proyectos innovadores. Además, dan a conocer a la sociedad que el subsuelo urbano es una fuente de energía limpia y económica que puede aprovecharse fácilmente.

Otros casos de aprovechamiento

En esa línea, Subterra también acaba de informar sobre un proyecto que se está realizando en Suiza.



Lancy-Bachet.

Se trata de **Lancy-Bachet**, una ultramoderna estación con infraestructura subterránea que forma parte de la línea ferroviaria **CEVA**. Une el centro de Ginebra (Suiza) con Annemasse (Francia).

Parte de la infraestructura subterránea de Lancy-Bachet, ubicada al suroeste de Ginebra, está equipada con geoestructuras energéticas (muros y losas energéticas). En total, se ha instalado una superficie total de unos 5.000 metros cuadrados de intercambiadores de calor. La termoactivación de los túneles consiste en instalar tubos en la balsa y dentro de las paredes del túnel. Con ello aprovechan el calor liberado por los trenes.

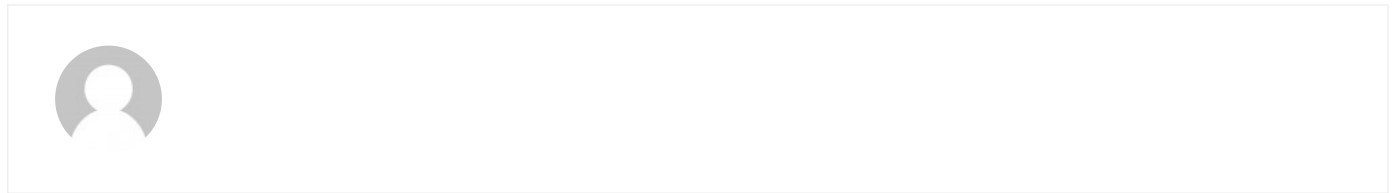
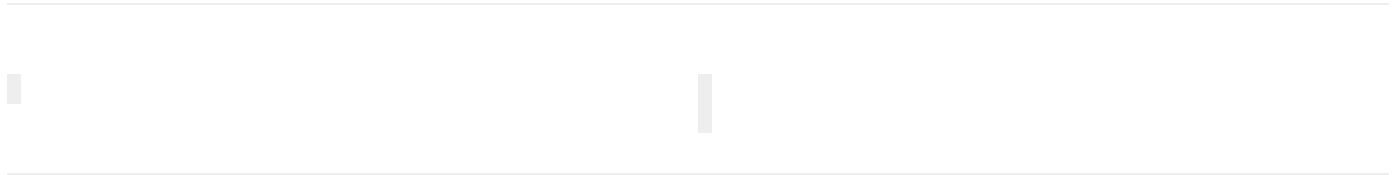
Este proyecto geotérmico, el primero de su tipo en Suiza, se inició en 2013 durante el proyecto de construcción de la estación Lancy-Bachet. La idea requirió dos condiciones básicas: un túnel no construido y un proyecto urbano cercano para destinar la energía aprovechada. Lancy-Bachet cumplía con todas estas condiciones, ya que se promoverá un desarrollo inmobiliario frente a la estación para 2023-2025.

Incrustados en hormigón, los tubos de poliestireno fueron instalados por Servicios Industriales de Ginebra (SIG) en 2018. Se llenaron con un fluido que intercambia calor con el medio ambiente. Esta fuente se conecta a una bomba de calor para producir calor y frío, que se inyectarán en la red de calefacción urbana.

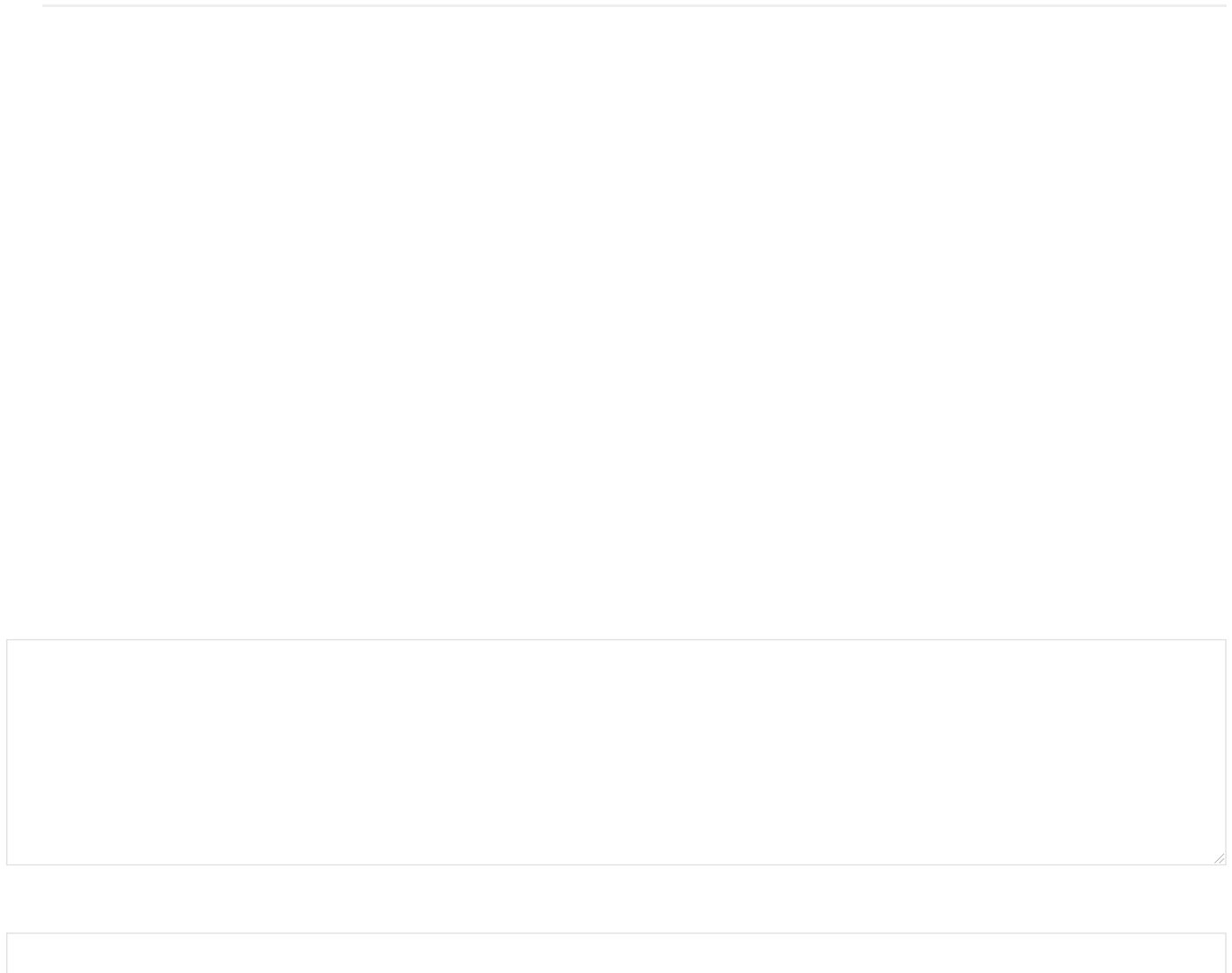
Según explican los operadores del proyecto, en Lancy-Bachet finalmente se utilizarán diferentes fuentes de energía: el calor del hormigón y del suelo a través de la energía geotérmica, el de las paredes, el que emite la iluminación y el paso de los trenes o del aire ambiente.

Puesto que el proyecto es muy interesante, están considerando también en Lausana promover esta tecnología.

Tags: aprovechamiento de energía climatización eficiencia energética energía de túneles Madrid soterramiento de la A5



Relacionados Posts



EL PAÍS**TECNOLOGÍA**

AVANCE

Consulte la portada de EL PAÍS, Edición Nacional, del 8 de octubre »

Te quedan **8** artículos
gratis este mes

EL PRIMER MES SOLO 1€

Este árbol artificial convierte el viento en electricidad

El dispositivo se integra en el paisaje urbano y cada 'hoja' es un aerogenerador pequeño pero eficiente

NACHO PALOU | MICROSIERVOS

1 NOV 2016 - 12:20 CET



Cada hoja del árbol NewWind es un pequeño aerogenerador. **QUALITY**

Se llama NewWind y es un árbol artificial que se camufla —gracias a su forma y tamaño— entre los árboles urbanos. Pero **NewWind** es un aerogenerador. O mejor dicho, son

decenas de pequeños aerogeneradores en el lugar que ocuparían las hojas en un árbol de verdad.

Estas horas artificiales, llamadas Aeroleaf, funcionan como una red local de pequeños aerogeneradores. Individualmente producen unos pocos vatios de electricidad pero, en conjunto, suman varios kilovatios de potencia eléctrica, hasta 3 kW dependiendo de su configuración. Así, un único árbol NewWind puede producir electricidad suficiente para iluminar decenas de farolas, para proporcionar más del 80% de la potencia eléctrica promedio de un hogar francés o suministrar en un año la electricidad que necesita un coche eléctrico para recorrer 15.000 kilómetros.



Powered By **WeMass**

Individualmente producen unos pocos vatios de electricidad pero, en conjunto, suman varios kilovatios de potencia eléctrica

Respecto a un aerogenerador convencional, las Aeroleaf aprovechan la más mínima brisa de viento, independientemente de la dirección de la que proceda. Este aspecto es importante dado que su destino es el entorno urbano. En las ciudades y zonas construidas los edificios disminuyen la velocidad del viento y cambian su dirección en una misma zona, a diferencia de lo que sucede en campo abierto, en zonas elevadas y especialmente en el océano, donde **la menor rugosidad del mar** favorece el funcionamiento de los aerogeneradores con movimientos de aire más rápidos y constantes en una misma dirección. Las Aeroleaf comienzan a producir electricidad con vientos inferiores a los 2 metros por segundo, y producen 100 Wh de electricidad cuando la velocidad del viento supera los 15 metros por segundo.

El objetivo de los aerogeneradores NewWind es cambiar la idea de los *molinos de viento* convencionales con un modelo cuya forma orgánica las integre tanto como sea posible en el entorno, explica Jérôme Michaud-Larivière, CEO de NewWind.

En las ciudades y zonas construidas los edificios enlentecen la velocidad del viento y cambian su dirección en una misma zona

Aunque pueda parecer que las cifras de producción de un árbol NewWind son más bien modestas —un aerogenerador convencional típico puede suministrar entre 5.000 y 10.000 vatios dependiendo del tamaño y del modelo— la clave está en la potencia conseguida funcionando como conjunto. De modo que todos los árboles NewWind de una misma ciudad o en un mismo área equivalgan a un aerogenerador e incluso a un parque eólico pequeño.

Precisamente esta es una de las ventajas de las fuentes de energía renovables, su capacidad para funcionar de forma distribuida, contraria a como funcionan las energías fósiles. Esto significa que en lugar de concentrar la producción en una única planta de energía de gran potencia —alimentada con carbón o gas, o una central nuclear— la producción eléctrica se reparte entre muchos elementos individuales, sean paneles solares o aerogeneradores, que pueden funcionar como un *planta de energía virtual*.

Las [plantas de energía virtuales](#) basan su funcionamiento en programas informáticos que gestionan un gran número de pequeñas fuentes renovables como si fuera una única fuente de mayor tamaño. Por ejemplo, un conjunto de huertos solares o de paneles solares situados en un grupo de viviendas operan y producen tanta energía como una gran central eléctrica.

Una de las ventajas de las fuentes de energía renovables es su capacidad para funcionar de forma distribuida, contraria a como funcionan las energías fósiles

Por este motivo resulta especialmente interesante que, además de mejorar la eficiencia, las fuentes de energía renovables distribuidas se integren en el paisaje tanto como sea posible para favorecer su expansión. Además del árbol NewWind, en los últimos años se han desarrollado ideas similares para los paneles solares, incluyendo la conversión de las ventanas de edificios y de fachadas en paneles solares, paneles solares con forma de tejas para el recubrimiento de los tejados en viviendas e incluso árboles artificiales [cuyas hojas son paneles solares](#) flexibles.

La importancia de las energía renovables en el llamado *mix energético* —el conjunto formado por diferentes fuentes de energía, sean renovables, fósiles o nucleares— es cada vez mayor, especialmente en el caso de las renovables de origen eólico y solar. En los últimos años su crecimiento ha sido tal que las energías renovables ya son la principal fuente de electricidad en el mundo, después de [haber arrebatado el título al carbón](#).

ARCHIVADO EN:

[Energías renovables](#) · [Energía eléctrica](#) · [Fuentes energía](#) · [Energía](#) · [Medio ambiente](#)

ES NOTICIA | Coronavirus España | Trump | Perez Reverte | Vacuna | Coronavirus transmisión aérea | Pescanova | Mainat | Coronavirus Valencia | Horóscopo hoy

Síguenos en   

NACIONAL SEVILLA

Inicio sesión 

España | Internacional | Economía | Sociedad | Madrid | Familia | Opinión | Deportes | Gente | Cultura | **Ciencia** | Historia | Viajar | Play | Bienestar | Más 

INVENTOS

Las baldosas inteligentes que generan electricidad al pisar sobre ellas

Cada pisada genera energía que puede utilizarse para encender farolas, cargar el móvil o almacenarla en una batería



Publicidad

La baldosa convierte la energía cinética en electricidad - Pavegen

... [ana mellado](#)



Actualizado: 27/05/2013 14:05h

 GUARDAR



Si cada paso que se da en el mundo se transformase en energía, en un día podríamos iluminar 25.000 hogares durante todo un año. Aunque esta realidad pueda sonar demasiado fantástica, el sistema de baldosas **Pavegen** ya es una realidad. Esta compañía tecnológica ha desarrollado un innovador método que **aprovecha cada pisada, convirtiendo la energía cinética en electricidad.**

NOTICIAS RELACIONADAS

Un edificio con «pelos» que captura energía eólica

Científicos pretenden concentrar la energía de 2.000 soles

Físicos dicen haber resuelto el problema de la fusión

Una mañana, Laurence Kemball-Cook, un joven británico estudiante de diseño industrial de la Universidad de Loughborough, contemplaba el trasiego incesante de miles de personas en una concurrida estación de tren en hora punta. Se le encendió la bombilla. Por qué no utilizar

LO MÁS LEÍDO EN ABC

Ciencia

ABC

baldosa que **se hunde cinco milímetros y genera ocho vatios de energía con cada pisada** gracias al uso de materiales piezoeléctricos.

El potencial de estas baldosas de 45 x 60 centímetros radica en el gran volumen de movimiento diario que se registra en zonas muy concurridas como estaciones de tren, de metro, de autobús, aeropuertos, colegios y centros comerciales. Un cinco por ciento de la electricidad generada por la pisada enciende instantáneamente una lámpara en el centro de la baldosa, mientras que el resto se almacena en una batería o se utiliza directamente como alimentación de bajo voltaje en aplicaciones fuera de la red: **alumbrado público, señalización, o sistemas de publicidad, o para cargar teléfonos móviles o dispositivos de sonido.**

Farolas iluminadas

“Doce baldosas podrían generar la luz que necesitan las farolas de dos calles. Lo hemos utilizado en festivales para que los asistentes puedan cargar sus móviles con la energía que producen al bailar”, explica Kemball.

El verano pasado el sistema de baldosas inteligentes se implantó en las inmediaciones del acceso al Parque Olímpico de Londres, donde se capturaron 12 millones de pisadas que produjeron 72 millones de julios, la energía suficiente **para cargar 10.000 teléfonos móviles durante una hora.**

En Reino Unido y Europa se han desarrollado casi 30 proyectos de Pavegen, tanto permanentes como temporales. Desde hace tres años estas baldosas, colocadas **en la Simon Langton Grammar School** para chicos, cerca de Canterbury, obtienen energía de las pisadas de sus 1.100 estudiantes para mantener la iluminación del pasillo. Igualmente, han sido instaladas de forma provisional **en la estación de West Ham en Londres y en varias escuelas británicas y oficinas.**

[VER LOS COMENTARIOS](#)

Las baldosas que generan electricidad al pisar sobre ellas reducen la transmisión aérea del coronavirus

2 Nobel de Física: Los descubridores de los secretos de los agujeros negros, Nobel de Física 2020



3 Hay demasiado oro en el Universo, y nadie sabe por qué



4 Confirman que el SARS-CoV-2 puede infectar a 26 animales que rodean al hombre



5 Nobel de Física 2020: Quién es Andrea Ghez, la cuarta mujer en la historia en conseguir el Nobel de Física



CORTEVA



Por qué es bueno llenar de la compra de productos sostenibles