



Ciudades sostenibles con geotermia urbana

Autor: María Jesus Sacristán de Miguel

Institución: CIUDADELAAZUL

Resumen

Deseamos integrar las energías renovables en el medio urbano, nuestro objetivo es que la ciudad se desarrolle de forma sostenible satisfaciendo las necesidades de los ciudadanos que la habitan: vivienda, trabajo, ocio, relaciones sociales, comunicaciones, espacios creativos comunitarios, cultura, estímulos colectivos,...

Todas las infraestructuras en su planificación deben valorar esas necesidades, para que una vez ejecutadas faciliten esas actividades a todos los ciudadanos. Centrándonos en las infraestructuras energéticas, tenemos la oportunidad de desarrollar un nuevo sistema de generación energética que se alimenta de las energías renovables como fuentes sostenibles. En este caso nos centramos en la geotermia como una de las opciones eficientes para climatizar edificios, tanto viviendas como oficinas. El objetivo es encontrar los ámbitos y escalas de aplicación más adecuados para su implantación y valorar la oportunidad que presenta esta energía para la implantación de Redes de Distrito.

Se propone integrar la energía geotérmica en el sistema energético urbano desarrollando una infraestructura con visión de futuro cuyo objetivo principal sea el aprovechamiento de las energías renovables locales, las más propicias en el entorno urbano que sea nuestro ámbito de actuación.

Se apoya la valoración con un estudio inicial de casos en funcionamiento: se necesita conocer los recursos disponibles en nuestra ciudad, sus características medioambientales, el sistema geomorfológico sobre el que la ciudad se asienta, el sistema atmosférico, e interactuando con ambos la biodiversidad ecológica de todos los seres vivos que viven entre ambos sistemas. Es este conjunto, tratamos de conocer la clave para el funcionamiento y vitalidad del sistema para que podamos gestionar la potencialidad energética de los recursos geotérmicos.

El carácter gestionable de la energía geotérmica, ofrece una característica esencial para conseguir la estabilidad en un sistema energético urbano con generación basada en energías renovables. Se trata de encontrar la escala de funcionamiento adecuada al medio urbano integrando la geotermia en las Redes Urbanas de Distrito.

Palabras clave: Geotermia; redes urbanas; energías renovables.

Abstract

We want to integrate the renewable energies in the urban way, our aim is that the city develops of sustainable form satisfying the needs of the citizens who live it: housing, work, leisure, social relations, communications, creative community spaces, culture, collective stimuli,...

All infrastructure planning should be rating those needs, so executed once facilitate these activities to all citizens. Focusing on the energy infrastructure, we have the opportunity to develop a new system of energy generation which feeds on renewable energies as sustainable sources. In this case we focus on geothermal energy as one of the efficient options to weatherize buildings, both housing and offices. The goal is to find the areas and scales most appropriate application for its implementation and evaluate the opportunity that presents this energy to the implementation of District Heating.

It proposes to integrate the geothermal energy the energetic urban system developing an infrastructure with vision of future which principal aim is the utilization of the local renewable energy, most propitious energies in the urban environment that is our area of action.

It is supports the assessment with an initial study of cases in operation: we need to know the resources available in our city, its environmental characteristics, the geomorphologic system on which the city sits, the atmospheric system, and interacting with both the ecological biodiversity of all living beings who live between the two systems. It is this set, we try to know the key to performance and vitality of the system so that we can manage the energy potential of geothermal resources.

The manageable nature of geothermal energy, offers an essential feature to achieve stability in urban energy system based on renewable energy generation. It tries to find the scale of operation suitable for the urban environment integrating geothermal in Urban District Heating.

Introducción

Estamos en un momento de cambio en el modelo de generación energética, el nuevo modelo se debe conformar con las posibilidades que las nuevas fuentes renovables de generación energética nos ofrecen. Una de estas posibilidades es la generación local, característica que provee de autonomía al cliente final, que podemos considerar como célula consumidora. La red entre consumidores, ahora debe conformarse como un sistema de apoyo en el mantenimiento y gestión del recurso, más que como sistema de distribución. Necesitamos una red que se organice como un sistema de comunicación reversible de doble sentido, no nos sirve el sistema de un solo sentido vigente hasta ahora.

El nuevo modelo de red energética deberá ser un sistema de gestión y mantenimiento más que un sistema de distribución. Esto supone un cambio, pasar del sistema energético actual, un sistema de distribución, a un nuevo sistema de gestión, abastecido por energías renovables locales. La nueva infraestructura energética se implementa y gestiona desde los puntos de generación, cerca del usuario final. Las características de las energías renovables nos proporcionarán datos sobre cómo debe ser el nuevo sistema. En este estudio analizamos la geotermia como recurso de generación energética en ámbitos urbanos.

La característica de gestionabilidad, específica de la geotermia puede servir como la base de generación energética que aporta la demanda base de este nuevo sistema energético en las áreas urbanas en las que sea viable este tipo de generación, por disponer del recurso geotérmico y de las condiciones adecuadas para su explotación.

La sostenibilidad energética recomienda unas escalas de desarrollo en el momento de planificar la explotación y gestión de los recursos energéticos. Si estamos hablando de los recursos geotérmicos de un organismo urbano, es recomendable que descubramos las escalas adecuadas para aprovechar la energía geotérmica en la ciudad de forma sostenible. Tenemos que localizar esos órganos que dan vida a nuestro organismo urbano en la escala adecuada dentro del ámbito urbano.

Partimos de una ciudad existente para regenerarla como ciudad sostenible, actuando en su infraestructura metabólica, en este caso nos centraremos en una actuación en la infraestructura energética para conseguir la base de sus necesidades gestionando los recursos geotérmicos existentes bajo sus cimientos. La integración de la energía geotérmica en el sistema energético urbano se implementará en una infraestructura cuyo objetivo principal sea el aprovechamiento de las energías renovables locales, las más propicias en nuestro entorno urbano y en nuestro ámbito de actuación.

Europa busca la eficiencia energética en todos los procesos y servicios, un nuevo tipo de producción energética basada en las Energías Renovables, busca optimizar estableciendo unas condiciones de entorno adecuadas para desarrollar este nuevo mercado creado con los nuevos sistemas tecnológicos de producción y gestión energética. Siguiendo este nuevo modelo, el ideal será buscar el mix energético óptimo para el entorno de nuestra edificación, con un sistema de control y monitorización adecuado al tamaño de cada ámbito de intervención. En este estudio nos centramos en el desarrollo e implementación de la generación geotérmica.

Objetivos

Desde la conveniencia del uso de energías renovables, nuestros objetivos generales serán la integración de las energías renovables en el sistema de generación energética urbana. En este estudio nos centramos en la integración de la geotermia en la edificación urbana existente, para averiguar la escala más adecuada en la actuación.

Europa con una serie de Directivas, establece una serie de requisitos mínimos que debe cumplir toda edificación. Estos requisitos tienen 2 vertientes:

- Los requisitos constructivos.
- Los requisitos medioambientales.

En la actualidad tendemos a reducir los requisitos constructivos y medioambientales a los energéticos, por cuanto el mayor desarrollo normativo elaborado desde Europa ha incidido en el aspecto energético a través de las sucesivas normativas, Directivas desarrolladas desde que apareció el “Libro Blanco de las Energías Renovables” en noviembre de 1997 publicado por la Comisión Europea después de publicar el Libro Verde el año anterior, en 1996.

En la Directiva 2002/91 relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, se establecieron unos requisitos mínimos de eficiencia energética en edificios nuevos y también de la “rehabilitación energética” de los existentes. La Directiva 2009/28/CE sobre Energías Renovables establece nuevos objetivos en cuanto a alcanzar el 20% para el 2020. La Directiva 2010/31/CE deroga la Directiva 2002/91 introduciendo nuevos requisitos que ahora se exigen a los edificios en términos de eficiencia energética. La Directiva 2012/37/CE sobre edificación energética sigue desarrollando esto.

Nuestros objetivos generales a conseguir son la sostenibilidad y la autosuficiencia energética aprovechando la oportunidad de la utilización de energías renovables locales:

- Encontrar los ámbitos y las escalas de aplicación más adecuadas para la integración de la Energía Geotérmica y valorar la oportunidad de la implantación en cada ámbito de estudio o actuación.
- La escala adecuada en la ciudad existente.
- La renovación energética del barrio, como oportunidad de renovación urbana.
- La conveniencia de un nuevo sistema de infraestructuras en la ciudad existente.

Utilizaremos tecnologías y sistemas de alta eficiencia energética, la captación geotérmica será la base energética para alimentar la climatización y el sistema de Agua Caliente Sanitario. Un sistema de monitorización, redes de sensores que nos facilite un control remoto, centralizado desde una Central Energética de Distrito o individual desde el teléfono móvil del usuario. Necesitamos aplicaciones que permitan la gestión y supervisión del sistema en el ámbito urbano de implantación, en su relación entre diferentes ámbitos urbanos, así como en su relación entre diferentes ciudades.

Diversos ejemplos a nivel mundial demuestran que la implantación de Redes Urbanas de Distrito alimentadas por geotermia, son una herramienta de generación energética que contribuye en la disminución de emisiones de CO₂ así como en la eficiencia de los consumos. En el caso de España, la aprobación de la Ley de Rehabilitación, Renovación

y Regeneración Urbanas puede facilitar la implantación de este nuevo modelo energético, comenzando con la regeneración a escala de barrio integrando Redes Urbanas de Distrito que conectan las células consumidoras desde el nivel de usuario hasta el nivel de barrio; y desde esta escala conectar los distritos para llegar a la siguiente fase de conexión entre ciudades.

Metodología general: casos de estudio que utilizan geotermia urbana.

La metodología será genérica para cualquier renovable, en este estudio nos centramos en el análisis de la energía geotérmica. Partimos de unos escenarios urbanos en los que se utiliza la energía geotérmica, para descubrir las escalas de aplicación que deberán desarrollar las nuevas infraestructuras para ser eficientes y sostenibles.

Nuestra metodología comienza con el estudio de casos existentes, en funcionamiento o en proyecto, de Centrales de Distrito que usan la Geotermia como fuente energética. Entre los casos en funcionamiento, veremos Idaho en EEUU, y el Sistema Geotérmico de Distrito en Southampton. Entre los casos en proyecto, en Europa el proyecto GEO-DH, y nuestra propuesta de Central Urbana Geotérmica en un barrio de Alcorcón (Madrid).

SISTEMA DE CALEFACCION URBANA DE BOISE, IDAHO, EEUU.

Idaho tiene un gran potencial de recursos geotérmicos, con unas estimaciones de más de 800 megavatios (MW) de generación geotérmica potencialmente disponibles. El reto del descubrimiento del recurso en Idaho se deriva de la investigación llevada a cabo por organizaciones como CAES (Centro de Estudios de Energía Avanzada), una asociación de investigación y educación entre las principales universidades de Idaho y el Laboratorio Nacional de Idaho. En este caso, encontramos en Idaho una historia de éxito de la colaboración entre la investigación y el sector privado que ha facilitado el desarrollo y uso de la geotermia urbana.

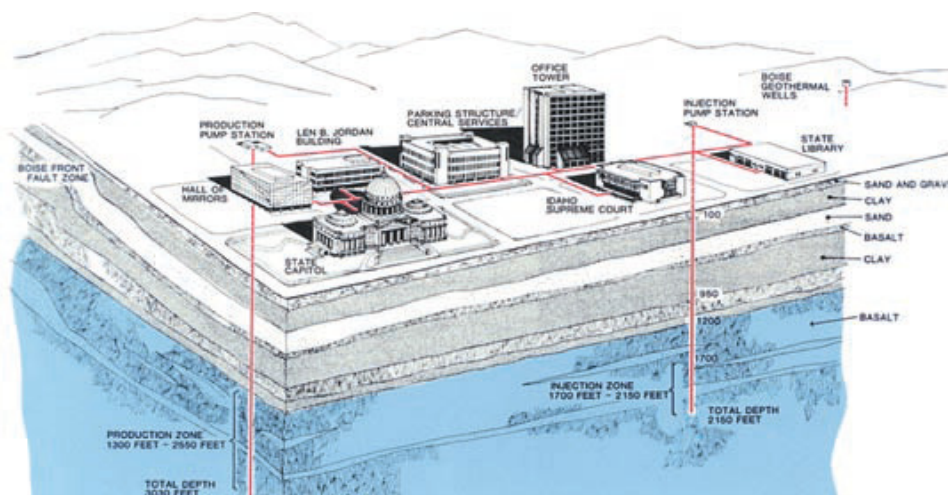


Figura 1: Sistema de Calefacción Urbana Geotérmica: The Capitol Mall geothermal district-heating system, Boise, Idaho. (Fuente: Geothermal Technologies Program. Direct use. U.S. Department of Energy. 2004)

En el Estado de Idaho encontramos varios sistemas de Calefacción de Distrito que ofrecen vapor o agua caliente a múltiples edificios conectados a un sistema de líneas de distribución para su climatización. Hay seis sistemas de Calefacción de Distrito Geotérmico en Idaho:

1. Boise Distrito de Agua de Warm Springs (BWSWD)
2. Ciudad de Boise
3. Estado de Idaho - Capitol Mall Complex (Boise)
4. Administración de Veteranos (Boise)
5. College of Southern Idaho (Twin Falls)
6. Kanaka Rapids Ranch (al norte de Buhl)

Los cuatro primeros sistemas, todos en el área de Boise, suministran agua geotérmica cada año para calentar más de 200 casas, cerca de 85 edificios del gobierno y empresariales. La temperatura del agua de alimentación para estos sistemas van desde 68° a 80° C, los pozos varían en profundidad total de 120 a 950 metros. Cada uno de los sistemas funciona de forma independiente de los otros, y opera con sus propios pozos de captación y sistemas de distribución. El sistema más antiguo, comenzó a funcionar a finales de 1890, los otros tres sistemas de Boise se desarrollaron en la década de 1980, en respuesta a la primera crisis energética de la década de 1970.

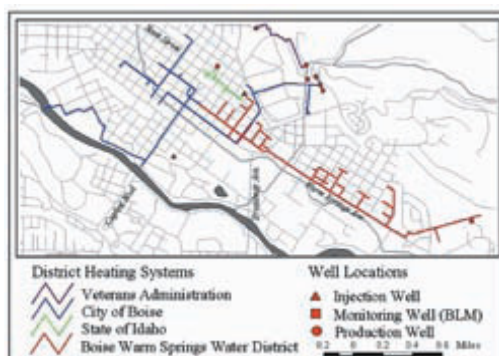


Figura 2: Los 4 sistemas en el área de Boise. Boise Geothermal District-Heating system. (Fuente: Geothermal Technologies Program. Direct use. U.S. Department of Energy. 2004).

Los otros dos sistemas de calefacción urbana en Twin Falls County y College of Southern Idaho (CSI) en Twin Falls City transformaron la mayor parte de su sistema de calefacción para la utilización de energía geotérmica, tras la crisis energética de la década de 1970. La temperatura del agua es de sólo 38° C, se emplean bombas de calor geotérmicas para extraer la mayor cantidad de energía térmica como sea posible desde el agua, además de intercambiadores de calor.

Al menos otras 10 áreas en Idaho están estudiando sus posibilidades de instalar Calefacción Urbana Geotérmica. El estado de Idaho está también entre los "Primeros" en la historia de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes geotérmicas. A principios de 1980, un proyecto del Departamento de Energía fue la primera planta de tipo binario en los EE.UU. para producir electricidad. Idaho un excelente ejemplo

en la exploración geotérmica y el desarrollo de esta energía; la Oficina de Recursos de Energía de Idaho está incentivando tanto la producción eléctrica como térmica usando los recursos geotérmicos.

EUROPA: PROYECTO GEO-DH

El objetivo del proyecto europeo (Geothermal District-Heating) GEO-DH es impulsar la implementación de la calefacción urbana geotérmica (GEODH), para garantizar la seguridad en el suministro energético y acelerar la sustitución de los combustibles fósiles. La tecnología geotérmica de calefacción urbana (DH) está poco desarrollada a pesar de que el potencial geotérmico es significativo y competitivo en Europa. Este proyecto quiere identificar y abordar los obstáculos que impiden el desarrollo de la energía geotérmica como fuente energética de la climatización a escala urbana.

GEODH tiene como objetivo eliminar las barreras administrativas, financieras y trabajar para adoptar un marco normativo específico que estimule este sistema de geotermia urbana como una opción energética eficaz y eficiente. Promueve simplificar los procedimientos requeridos para la elaboración y ejecución de un proyecto de Geotermia Urbana.

Quiere dar una visión general sobre el potencial de las aplicaciones de calefacción de distrito geotérmicas en 14 países europeos (Bulgaria, República Checa, Dinamarca, Francia, Alemania, Hungría, Irlanda, Italia, Países Bajos, Polonia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, Reino Unido). Intentar incorporar en el proyecto GeoDH nuevos países como Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Irlanda, España y Noruega.

En la Unión Europea hay 3550 sistemas de DH que proporcionan calor para 2.160 ciudades y pueblos de más de 5.000 habitantes, lo que supone satisfacer el 12% de la demanda total de calor de la población. La mayoría de los sistemas son alimentados por gas y sólo el 1% en energías renovables (principalmente biomasa, la energía geotérmica aporta sólo el 0,001% en sistemas de calefacción urbana.

La metodología para la recogida de datos es un Web-GIS con el potencial de la energía geotérmica en Europa para DH geotérmica (octubre 2013). Casi todos los países europeos tienen actividad geotérmica, por lo que pueden desarrollar proyectos de Geotermia Urbana. En 2011 estaban operativos en Europa 212 sistemas de Geotermia Urbana GeoDH. El total de la potencia instalada es aproximadamente 4.700 MWth

SISTEMA DE CALEFACCION URBANA DE SOUTHAMPTON, U.K.

Southampton tiene un sistema de calefacción urbana con energía geotérmica operativo desde 1986. Se han ido introduciendo una serie de características innovadoras, la más significativa, la generación de electricidad combinada a la red geotérmica. La capacidad de la cogeneración para producir electricidad y calor es una opción de planificación energética que Southampton presenta como un ejemplo a seguir.

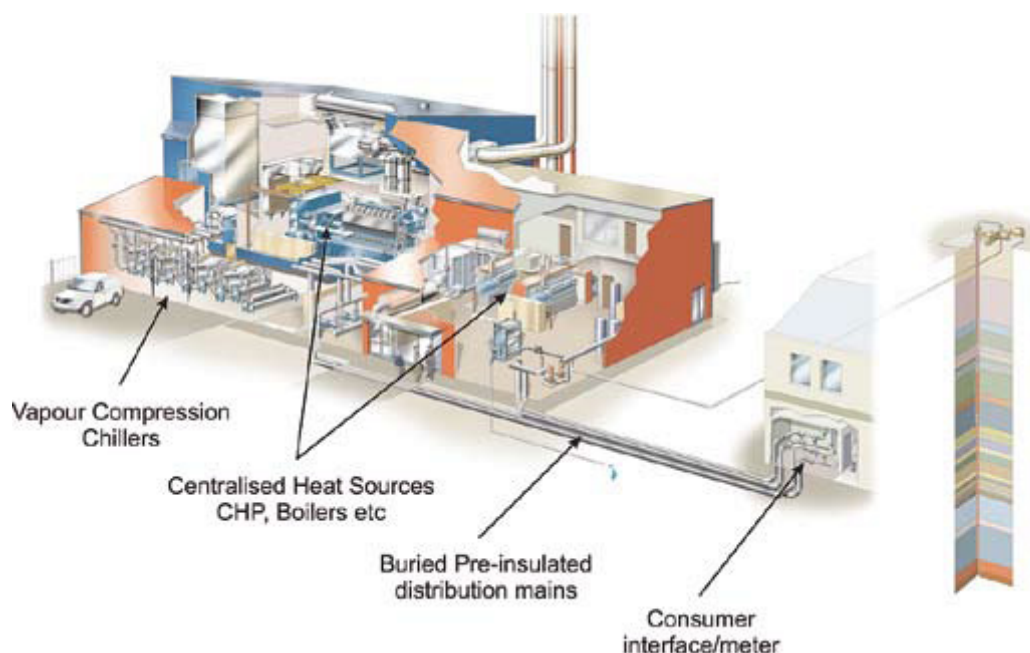


Figura 3: Esquema de la Central Energética de Southampton y conexiones con el consumidor. (Fuente: Southampton Geothermal Heating Company Ltd.)

La Central Geotérmica de Distrito de Southampton tiene también sistema de agua fría para el aire acondicionado desde 1994. Después se añadió un innovador sistema de almacenamiento de hielo para satisfacer los picos de demanda en refrigeración.

Un circuito cerrado de tuberías de alta tecnología distribuye el calor a partir de la Central Energética, situada a unos 100 metros de la fuente geotérmica. En la Central se encuentra el intercambiador de calor, las bombas de distribución, un generador de cogeneración para proveer electricidad demandada por los equipos, además del control y supervisión de datos. En los períodos de demanda excepcionalmente elevada, el calor adicional es proporcionado por las calderas de apoyo. A cada usuario le llega un par de tubos, con válvulas de aislamiento y un contador de energía térmica.

El esquema de Southampton fue desarrollado en baja temperatura, y baja presión para reducir las pérdidas de calor y maximizar la vida de la red. La red opera utilizando una temperatura de flujo de aproximadamente 80 ° C y un retorno a 50 ° C, con presiones de distribución de aproximadamente 5 bar. Esto permite conexiones directas en la mayoría

de los edificios, eliminando la necesidad intercambiadores de calor, reduciendo aún más los costos de capital y de energía perdida.



Figura 4: La central energética de Southampton: The Red and Blue heat station. (Photo: SCC/Utilicom) (Fuente: Southampton Geothermal Heating Company Ltd.)

El Sistema de Energía de Distrito Southampton (SDES) es un proyecto pionero en la gestión de suministros sostenibles de calefacción, refrigeración y electricidad en el Reino Unido. Durante más de 25 años SDES ha implementado nuevos suministros energéticos, actualmente ha llegado a la trigeneración y continúa expandiéndose en nuevas áreas. Los usuarios incluyen más de 30 de los mayores usuarios de energía en el centro de la ciudad, incluyendo los estudios de televisión, un hospital, una universidad, un centro comercial, un centro cívico, edificios residenciales y un hotel.

El sistema SDES es gestionado por COFELY District Energy en colaboración con el Ayuntamiento de Southampton, con el nombre de Southampton Geothermal Heating Company Ltd (SGHC). Ambas partes tienen un Acuerdo de Cooperación Conjunta y el trabajo de estrecha colaboración resultante, ha sido fundamental para crecer hasta el tamaño que hoy alcanza.

Una característica clave del éxito del sistema de Southampton es el crecimiento orgánico continuo, dando servicio a los requerimientos de su entorno. En 2009 a partir de motores de cogeneración se incorporó la producción de electricidad para suministrar al puerto en aproximadamente la mitad de su demanda total.



Figura 5: Southampton (Photo: SCC/Utilicom) (Fuente: Southampton Geothermal Heating Company Ltd.)

Resumen de datos más significativos del sistema de Geotermia Urbana en Southampton:

Ganador del Premio de Queens para la Sostenibilidad 2001, sirve a los edificios en un radio de 3 kilómetros desde la Central Energética, sólo tiene 0,5°C de pérdida de temperatura por cada km de tubería; 7.5 mW de la planta de cogeneración, 19,5 MW de capacidad de la caldera, 14 km de tubería de distribución con aislamiento.

PROPUESTA DE CENTRAL ENERGÉTICA, GEOTÉRMICA Y SOLAR, EN EL BARRIO DE SAN JOSE DE VALDERAS EN ALCORCÓN (MADRID)

La Central Energética de Barrio se construye reutilizando el mercado existente de San José de Valderas. La central de generación energética se diseña para abastecer el total de la demanda energética, ya sea calor para calefacción, refrigeración, para agua caliente sanitaria. La fuente base de generación es geotérmica, construyendo intercambiadores verticales de 80 m de profundidad en los espacios públicos propicios para implantar estas sondas verticales de intercambio geotérmico. Además podemos centralizar otros servicios como recogida de residuos, servicios de comunicaciones,

servicios de información. Si la central energética interacciona con las redes urbanas puede darse la recuperación de energías gratuitas aplicables al sistema.

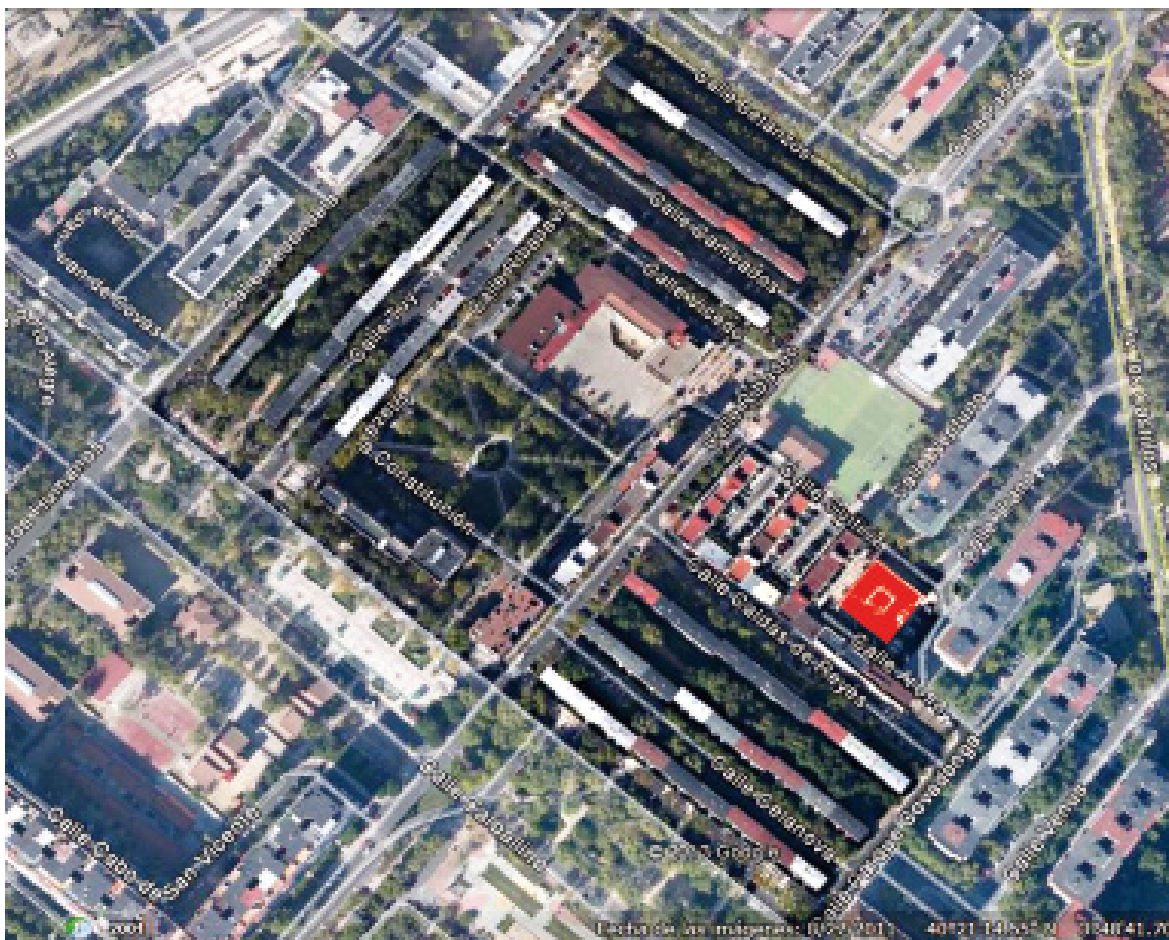


Figura 6: Barrio de San José de Valderas (Alcorcón)

La Central es un generador energético mediante renovables: geotermia y solar con apoyo de módulo de cogeneración de gas. La idea será canalizar desde la Central DH: calor (ACS, calefacción), electricidad y las comunicaciones. En el edificio propuesto se integra un aparcamiento robotizado, que alivie la escasez de aparcamientos.

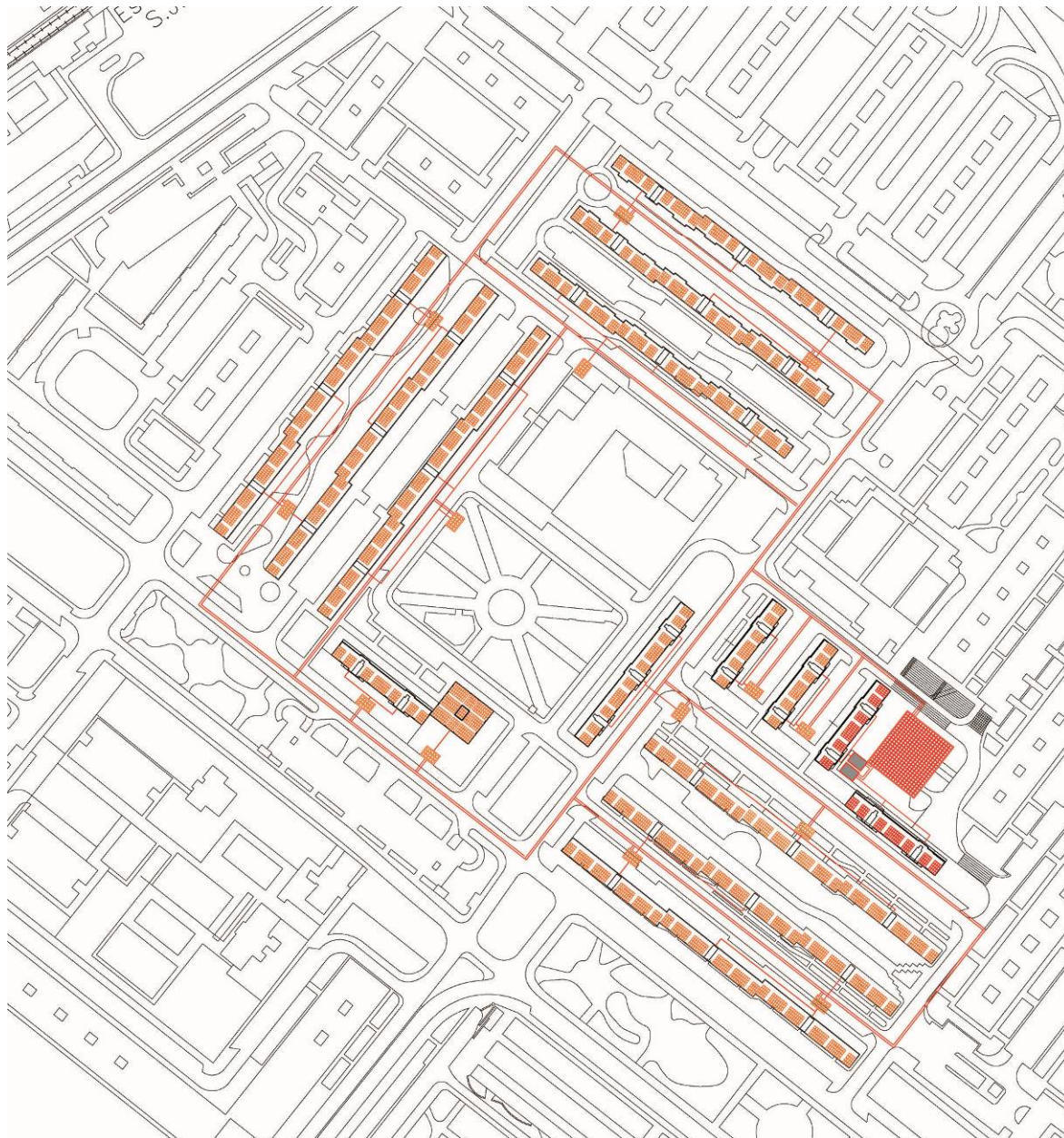


Figura 7: Captación Solar: Se proponen paneles captadores de energía solar en las cubiertas de los edificios que son abastecidos energéticamente por la Red de distrito. En el DHPU (el edificio del antiguo mercado reutilizado como Central – Museo Energético) los paneles son térmicos, así como en las cubiertas de los edificios cercanos (en rojo). En las cubiertas del resto de edificios los paneles solares son fotovoltaicos (en naranja).

La generación de energía es mixta: el módulo de cogeneración, junto a las captaciones de renovables distribuidas por el barrio, los colectores verticales geotérmicos y captadores solares (térmicos y fotovoltaicos).

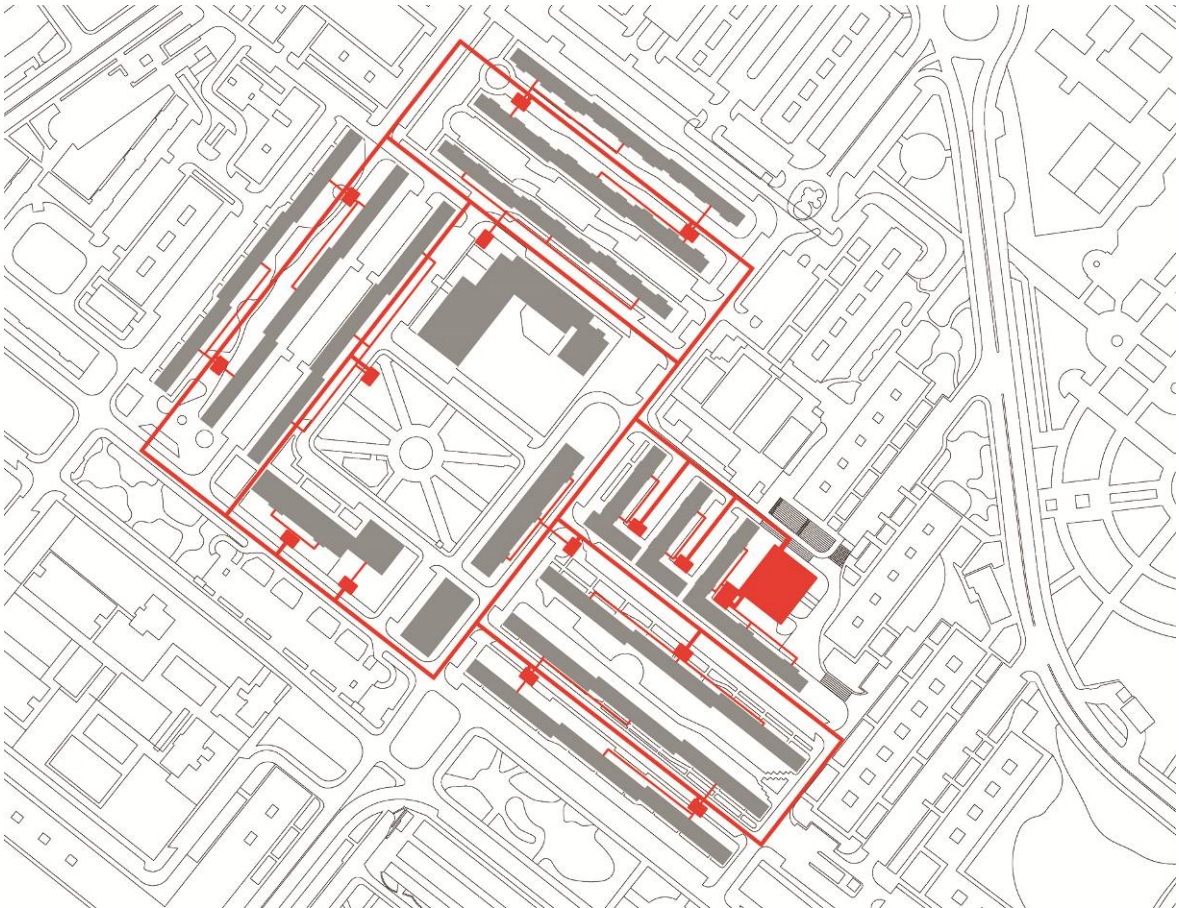


Figura 8: Propuesta de Red de Distrito (Alorcón)

Se propone una Red de Distrito Energética configurada mediante sistema de cuatro tuberías, destinadas a transportar por separado el agua utilizada para calefacción de la utilizada para producir Agua Caliente Sanitaria. Se configura una red de calefacción que trabaja a temperatura elevada en invierno (en verano se utiliza la temperatura facilitada por el sistema geotérmico, como posibilidad de refrescamiento en las viviendas) y otra red para ACS que funciona todo el año a baja temperatura, unos 70 °C.

En la subestación establecemos diferenciación entre el circuito de la Red de Distribución y el circuito del usuario mediante intercambiadores de calor, bombas y demás dispositivos que permitan al usuario final definir sus necesidades de consumo en cada momento y conocer sus consumos.

En las subestaciones se regula la presión y la temperatura de la red de distribución a las condiciones necesarias demandadas por los consumidores, garantizando los saltos térmicos adecuados para que la Red Urbana de Distrito funcione de forma eficiente.

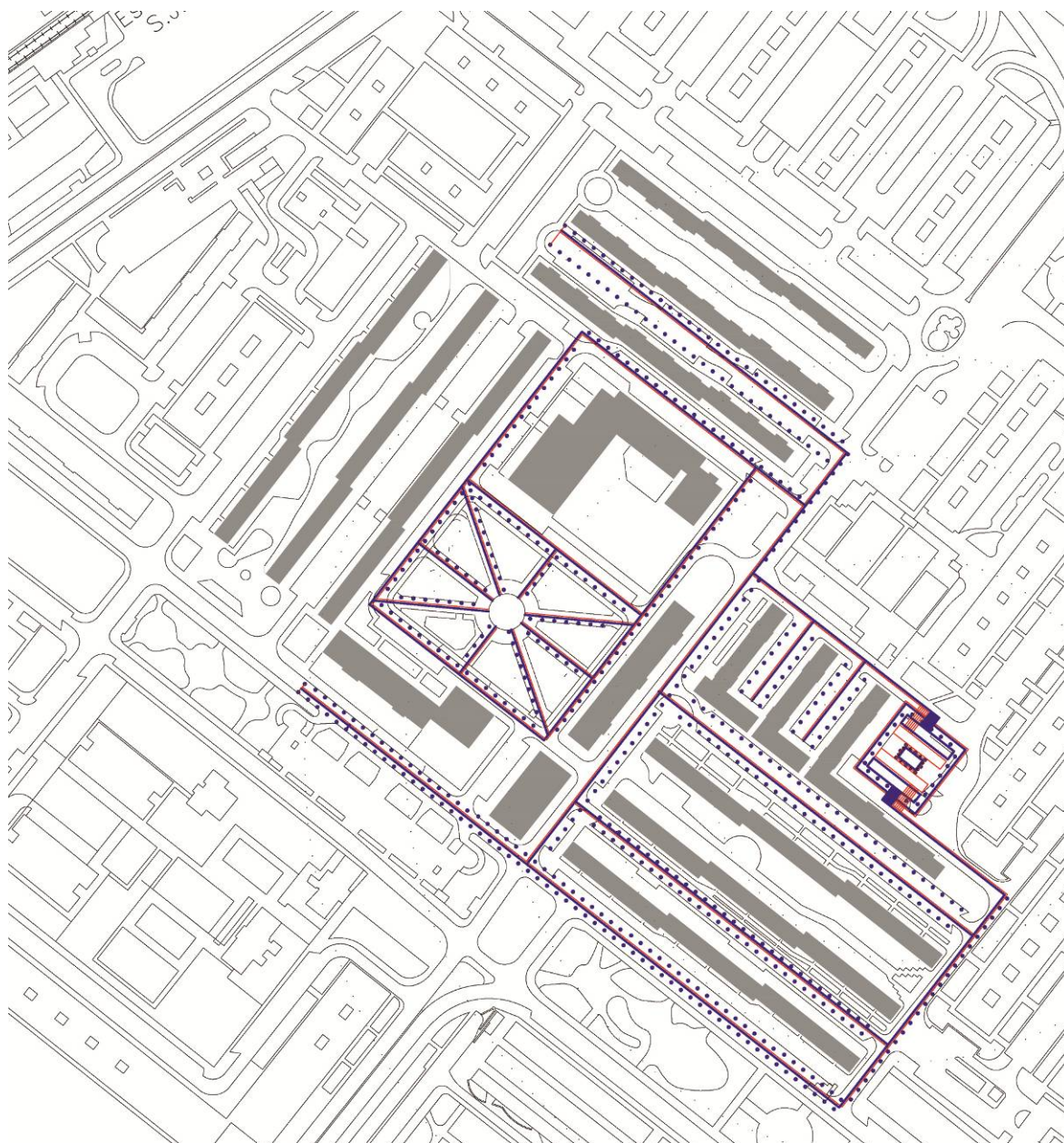


Figura 9: Captación Geotérmica: Intercambiadores verticales geotérmicos de 80 metros de profundidad distribuidos en el barrio paralelos a aceras y en el DHPU los pilotes del foso del aparcamiento robotizado también están equipados con sondas doble U.

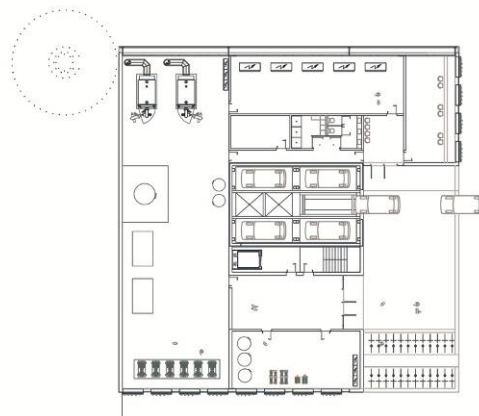


Figura 10: Planta de Central Energética con salas de máquinas.

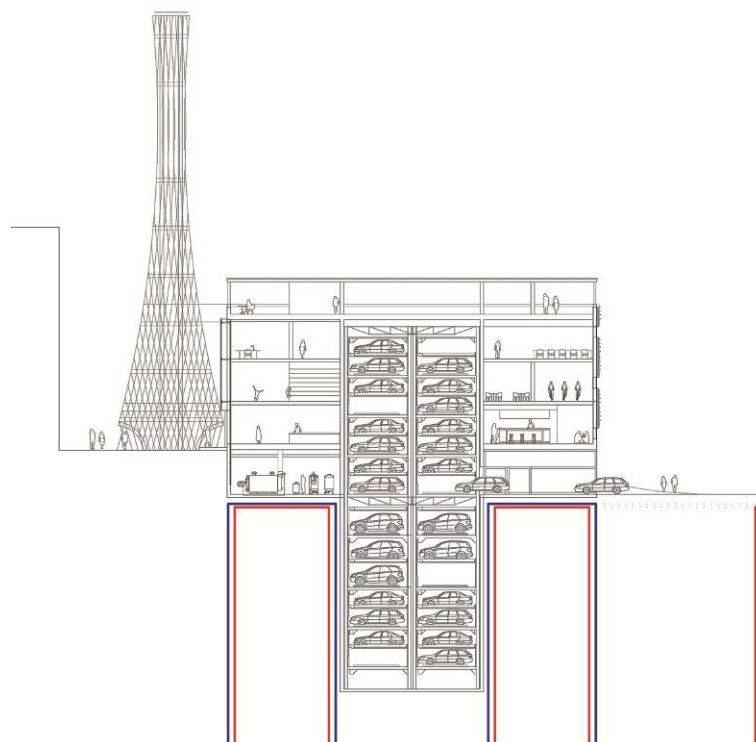


Figura 11: Sección de Central Energética por aparcamiento robotizado modelo PARKSAFE 582, con 60 plazas.

Resultados

Los ejemplos revisados son heterogéneos porque la intención es dar una visión global dada la inexperiencia española en Redes Urbanas Geotérmicas. La heterogeneidad deriva de las diferentes características del recurso geotérmico que se da en cada lugar y las diferentes tecnologías aplicadas. En el caso de España el recurso geotérmico que encontraremos con mayor frecuencia es la geotermia somera, por lo que la propuesta desarrollada en Alcorcón utiliza esta hipótesis de recurso para ser valorado cómo posible modelo de geotermia urbana.

En Southampton el recurso geotérmico es diferente, pero la gestión es modélica en dos aspectos. Por un lado los acuerdos de la municipalidad con la empresa COFELY han sido fructíferos en gestión económica y técnica, posibilitando avances innovadores que ha supuesto ese crecimiento orgánico de la Red Urbana Geotérmica inicial. Este aspecto es interesante en cuanto que liga las escalas de desarrollo a cada distrito urbano según sus características locales específicas, y además consigue integrar la energía geotérmica con otras fuentes energéticas y tecnológicas.

La propuesta de Alcorcón se realiza sobre un barrio homogéneo en cuanto a tipología edificatoria y de usos, es un barrio residencial mayoritariamente. En una primera aproximación parece más factible su implantación por esta homogeneidad, pero carece de la capacidad de crecimiento orgánico que tiene Southampton por su versatilidad propositiva.

Está demostrado que la disponibilidad de Geotermia supone una oportunidad de autonomía energética local con una gran eficiencia energética. En el caso europeo las limitaciones en su desarrollo derivan por falta de una normativa que agilice la gestión y ejecución de proyectos de Geotermia Urbana y de suficiente investigación en las tecnologías de desarrollo. En el caso de España estas carencias son más ostensibles, por lo que son necesarios mayores esfuerzos para dar a conocer esta energía renovable.

Conveniencia de la energía geotérmica por las ventajas que nos aporta, la mayor de estas ventajas es la autonomía energética derivada de ser una energía local presente en el subsuelo de la ciudad. En cuanto a los resultados económicos, nos aporta beneficios a medio y largo plazo; en un principio necesitamos un desembolso económico para su ejecución, pero una vez instalada es una energía gratuita, sin apenas consumo debido a que se obtiene mediante un intercambio de calor gestionado por una bomba de calor.

Conclusiones

La generación con geotermia proporciona carga base de energía renovable 24 horas al día, 7 días a la semana. Es una fuente de energía segura, con costos mínimos de suministro de combustible, una vez que llegamos a la fase de producción. Es una energía con bajo impacto ambiental, con nulas emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, al igual que sucede con el petróleo y el gas, el descubrimiento de yacimientos geotérmicos requiere asumir inversiones, comenzando con los riesgos de perforación. Necesitamos saber la capacidad de energía de cada depósito para definir si cumple los requisitos necesarios para la producción de energía urbana. Se requieren gastos iniciales en prospecciones y ejecución, la generación de energía geotérmica

presenta desafíos que requieren más investigación. Estos desafíos se ven compensados por el bajo (nulo) costo del combustible, con el tiempo la energía geotérmica es una energía renovable económicamente viable.

La geotermia urbana, implementando Redes Energéticas de Distrito ayudará a conseguir edificios de consumo cero y acercarnos a la sostenibilidad del entorno urbano, al usar y gestionar unos recursos de procedencia local. Los ahorros se logran de dos maneras, en primer lugar los costos económicos se reducen, en segundo lugar hay un importante ahorro en espacio en cada vivienda al no necesitar caldera tradicional.

Con los sistemas geotérmicos someros podemos llegar a reducir el consumo energético hasta un 50-60 % respecto a consumos con sistemas convencionales. Los costes de implantación y construcción, son algo más elevados, pero los costes de mantenimiento son muy reducidos o prácticamente nulos. El retorno de la inversión dependerá de la escala de la actuación y de las características del sistema.

Referencias

Arnheim, R., *Entropía e arte*, Torino, Piccola Biblioteca Einaudi, 1989.

Badescua V., Sicre B.; *Energy and Buildings* 35[11] (2003), p. 1077

Energy, U. D. o., 2011. *EnergyPlus Energy Simulation Software*. [Online]
Available at: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>

Guallart, V., *La Ciudad Autosuficiente*, Rba 2012.

IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) en colaboración con el IGME (Instituto Geológico y Minero de España). Madrid junio 2008; "Manual de geotermia"

IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) (Madrid-2011): "Evaluación del Potencial de energía Geotérmica. Estudio técnico per 2011-2020". *TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA*, S.A.: José Sanchez Guzmán, Laura Sanz López, Luis Ocaña Robles.

IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) (Madrid-2011): "Plan de Energías Renovables 2011-2020" y Resumen.

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de la Energía Geotérmica"
Guillermo Llopis Trillo y Vicente Rodrigo Angulo.

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica".

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Energías renovables para todos: Energía Geotérmica y del Mar

Touraine, A., *La transformación de las metrópolis*, 1998,
www.aquibaix.com/factoria/articulos/Touraine6.htm

Páginas web:

<http://www.iftec.es/enlaces.cgi>

<http://www.dlsc.ca/district.htm>

<http://www.iftechnology.com/>

<http://geodh.eu/>

<http://egec.info/>

<http://www.tendenciasenenergia.es/espana-pais-de-district-heating-cooling/2391>

<http://www.tendenciasenenergia.es/la-transicion-energetica-comienza-por-las-ciudades/2607>

<http://regeocities.eu/es/proyect-concept/>

http://loczy.mfqi.hu/flexviewer/geo_dh/

http://www.eaciprojects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=2559&side=downloadablefiles

Contacto

Nombre y Apellidos: María Jesús Sacristán de Miguel

Teléfono: 607 070 777

Dirección electrónica: 19246sacristan@coam.es

sacristan.mj@gmail.com