

REDES DE FRÍO Y CALOR EN ESPAÑA. UN SECTOR EN CRECIMIENTO

EN OCTUBRE 2011 ADHAC, CON LA COLABORACIÓN DEL IDAE, DECIDIÓ COMENZAR LA ELABORACIÓN DE UN CENSO DE LAS REDES DE CALOR Y FRÍO EXISTENTES EN EL TERRITORIO ESPAÑOL. EN SEPTIEMBRE DEL PASADO AÑO ADHAC PRESENTABA UNA ACTUALIZACIÓN DE ESTE CENSO, EN EL QUE SE OBSERVA UN GRAN CRECIMIENTO EN EL NÚMERO DE REDES DE FRÍO Y CALOR, PASANDO DE 46 REDES EN EL CENSO A 139 REDES (SI BIEN EL NÚMERO DE REDES LOCALIZADAS ES DE 200, SE DISPONE DE DATOS SUFICIENTES DE ESTAS 139). EL CENSO, ELABORADO A PARTIR DE INFORMACIÓN PÚBLICA, DE DATOS INTERNOS DE LOS SOCIOS DE ADHAC Y DE ENCUESTAS A EXPLOTADORES/PROPIETARIOS DE REDES, ABARCA A REDES Y MICROREDES Y DA UNA IMAGEN DE LA SITUACIÓN DE LOS DISTRICT HEATING AND COOLING (DHC) EN ESPAÑA.

Las 139 redes de las que se disponen datos suponen una superficie equivalente a 5 millones de m², dato equivalente a 65.000 viviendas. Estas redes tienen una longitud total de 220 km y permiten un ahorro de emisiones de 100.000 t/año de CO₂ y un ahorro medio del 75% en combustibles fósiles.

Por Comunidades Autónomas, es Cataluña la que lidera en cuanto al número de redes de DHC instaladas, con un total de 45 redes, seguida por Castilla León con 20 redes. En ambos casos se observa un aumento importante de las redes registradas respecto al censo de 2011, cuando solo se tenía conocimiento de 9 y 5 redes en cada una de las citadas comunidades autónomas respectivamente. El siguiente gráfico muestra la distribución geográfica de las redes en términos absolutos comparando además las cifras recogidas en los censos de 2011 y 2013.

Ambas comunidades ocupan de nuevo el primer y segundo puesto respectivamente cuando se realiza la distribución geográfica ponderada por potencias, en la que Cataluña ostenta un 42% de la potencia instalada y Castilla León un 10%.

En términos absolutos, el suministro a través de las redes es principalmente de calor 607,9 MW, frente a 247,5 MW de frío.

Cuando se ponderan los datos con la potencia de las redes, son las redes de calor y frío las que tienen mayor potencia instalada.

Los principales clientes a los que sirven estas redes de frío y calor son industria, terciario y viviendas. Las redes que sirven al sector terciario suponen un 64,63% de las redes instaladas en España, mientras que las redes que suministran a viviendas representan un 25% y las que dan servicio a industrias el 10,37% restante. También representan un porcentaje mayor las redes que dan servicio al sector terciario, si lo que tenemos en cuenta es la potencia de las mismas, un 47,48%. Por su parte las redes que suministran a viviendas representan un 31,13% de la potencia instalada, y las que lo hacen a industrias un 21,03%.

En cuanto a la titularidad de las redes instaladas en España existe cierto equilibrio entre la titularidad pública y privada, 42% y

DHC NETWORKS IN SPAIN. A GROWING SECTOR

IN OCTOBER 2011, IN COLLABORATION WITH THE IDAE (SPANISH INSTITUTE FOR DIVERSIFYING AND SAVING ENERGY), ADHAC DECIDED TO START A CENSUS ON EXISTING DHC NETWORKS IN SPAIN. IN SEPTEMBER LAST YEAR ADHAC PRESENTED AN UPDATE OF THIS CENSUS, SHOWING MAJOR GROWTH IN THE NUMBER OF DHC NETWORKS, UP FROM 46 TO 139 NETWORKS (ALTHOUGH THE NUMBER OF LOCAL NETWORKS IS ACTUALLY 200, SUFFICIENT DATA IS AVAILABLE FOR ONLY 139 OF THESE). THE CENSUS, DRAWN FROM PUBLICLY AVAILABLE INFORMATION, IN-HOUSE DATA FROM ADHAC MEMBERS, AND SURVEYS ON NETWORK OPERATORS/ OWNERS, COVERS BOTH GRIDS AND MICROGRIDS AND GIVES A PICTURE OF THE SITUATION OF DISTRICT HEATING AND COOLING (DHC) SYSTEMS IN SPAIN AS A WHOLE.

The 139 networks where data is available cover an area equivalent to 5 million m², equivalent to 65,000 homes. These networks have a total length of 220 km and produce emissions savings of 100,000 t/year of CO₂ and average savings of 75% on fossil fuels.

By autonomous communities, Catalonia leads in the number of DHC networks installed, with a total of 45 networks, followed by Castilla Leon with 20 networks. In both cases a significant increase is seen compared to the networks registered in the 2011 census, when there was knowledge of only 9 and 5 networks in each of those regions respectively. The graph below shows the geographical distribution of networks in absolute terms, also comparing figures in the 2011 and 2013 censuses.

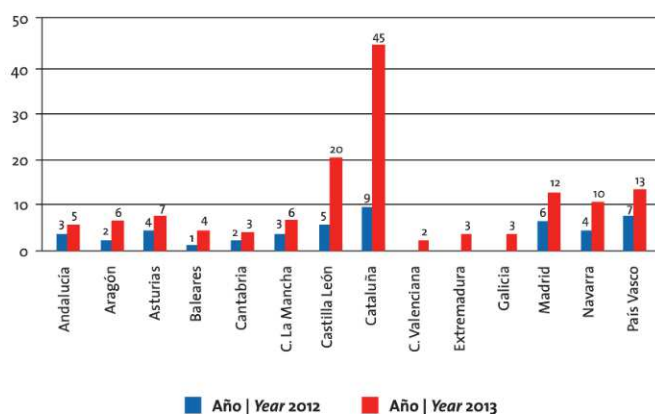
The two regions once again take first and second place after calculating the geographical distribution, weighted by power levels, where Catalonia holds 42% of the installed power and Castilla León, 10%.

In absolute terms, supply through the networks is mainly heat: 607.9 MW, and 247.5 MW for cold.

When data is weighted against power levels in the networks, it is the DHC networks that have the greatest installed capacity.

The main customers served by these DHC networks are industry, the tertiary sector and housing. The networks which serve the tertiary sector account for 64.63% of installed networks in Spain, while networks that provide households represent 25% and those serving industries, the remaining 10.37%. Networks serving the tertiary sector also represent a higher percentage if we bear in mind their power levels: 47.48%.

Meanwhile, networks that supply households represent



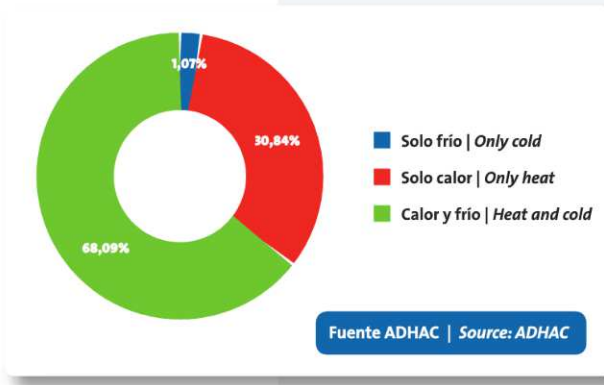
Distribución geográfica. Fuente ADHAC | Geographical distribution. Source: ADHAC

Tipo Type	Número de redes Number of networks	%
Solo calor Only heat	119	85,61%
Calor y frío Heat and cold	17	12,23%
Solo frío Only cold	3	2,16%
Total Total	139	

43% respectivamente. El resto de las redes son de titularidad mixta.

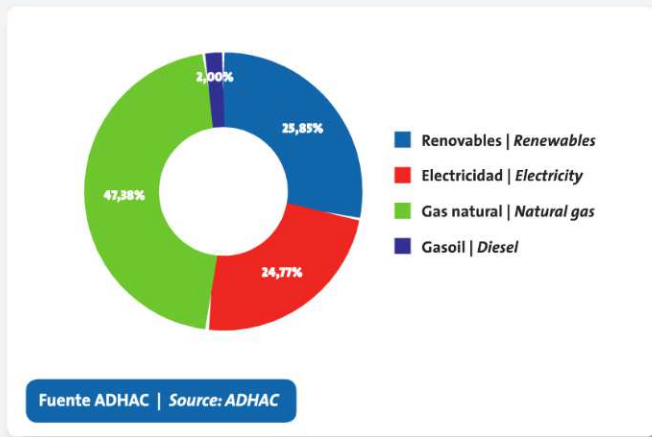
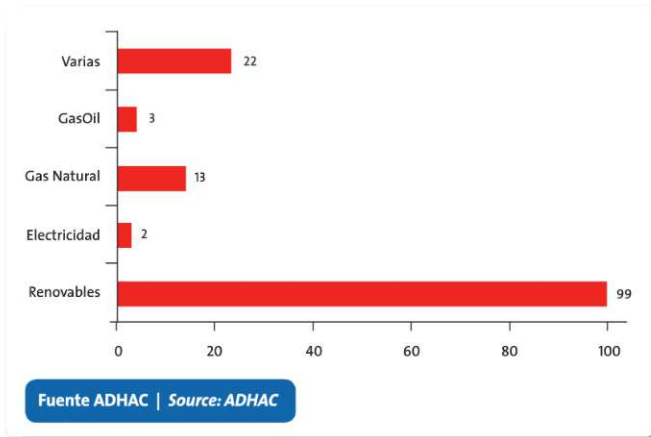
En lo que se refiere a las energías que consumen estas redes, las principales fuentes de energía son: energías renovables, electricidad, gas natural y gasoil.

Tal y como se puede aplicar en la gráfica adjunta, si atendemos al número de redes, un total de 99 de las 139 redes examinadas en este censo, están alimentadas por energías renovables.



31.13% of the installed power, and those supplying industries: 21.03%.

As for the ownership of installed networks in Spain, there is a balance between public and private ownership, 42% and 43% respectively. The other networks are mixed ownership.



En cambio si atendemos a la potencia instalada, es mayor el porcentaje de redes urbanas de frío y calor que están alimentadas por gas natural, mientras que las redes alimentadas por renovables y electricidad representan cuotas de mercado muy similares.

As regards the energy consumed by these networks, the main sources are renewables, electricity, natural gas and diesel.

As can be seen in the graph, a total of 99 of the 139 networks examined in this census are powered by renewable energies.

However, if we look at installed power, the percentage of DHC networks powered by natural gas is greater, while renewables and electricity represent very similar market shares.

El sector en Europa

En un Europa las redes urbanas de frío y calor tienen un total de 64 millones de usuarios, lo que representa un 10% de la población. Existen unas 5.000 redes registradas, que atienden un 9% del consumo de calor.

The sector in Europe

In Europe DHC networks have a total of 64 million users: 10% of the total population. There are about 5,000 registered networks, providing 9% of heat consumption.

El 25% de la generación en estas redes proviene de energías renovables y gracias a ellas se evita la emisión de más de 150 millones de t/CO2 al año.

En países como Alemania, Austria, Bulgaria, Croacia, Hungría, y Rumanía la calefacción de distrito tiene una cuota de mercado de entre el 10% y el 40%.

En otros como Dinamarca, Eslovaquia, Estonia, Finlandia, Islandia, Letonia, Lituania, Polonia, República Checa, Suecia, esta cuota es superior al 40%.

Por ejemplo en Dinamarca más del 60% de la población es cliente de redes de calefacción de distrito. En algunas ciudades como Copenhague, Helsinki, Varsovia o Riga las redes de calefacción urbana atienden sobre el 90% de la demanda de calor de la población.



Central de DHC Tanger de Districlima. Foto cortesía de Cofely Districlima's Tanger DHC plant. Photo courtesy of Cofely

Some 25% of generation in these networks comes from renewable energies, and thanks to these, emissions of over 150m t/CO2 a year are avoided.

In countries like Germany, Austria, Bulgaria, Croatia, Hungary and Romania, district heating holds a market share of between 10% and 40%. In others, such as Denmark, Estonia, Finland, Iceland, Latvia, Lithuania, Poland, the Czech Republic and Sweden, this share is over 40%.

For example, in Denmark over 60% of the population are DHC network customers.

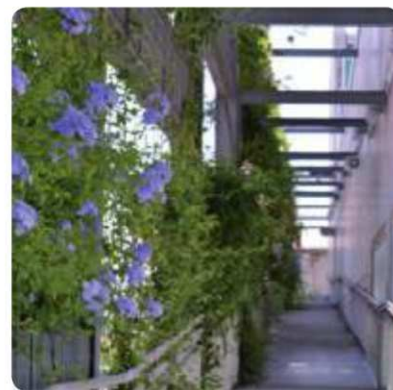
In some cities, such as Copenhagen, Helsinki, Warsaw and Riga, DHC networks respond to over 90% of the population's heating needs.



**ECOENERGIES
BARCELONA
LA RED URBANA
DE CALOR Y FRÍO
DE BARCELONA
Y L'HOSPITALET**



**THE BARCELONA
AND L'HOSPITALET
DHC NETWORK**



Tres centrales para dar servicio a un área de más de 15.000.000 de m²

Barcelona, una ciudad cosmopolita y dinámica, también es la ciudad precursora en España de un mercado todavía emergente, las redes de calor y frío. En 2006, se aprobó una modificación del Plan General Metropolitano de transformación urbanística del barrio de La Marina para compatibilizar el uso residencial y la actividad económica, con una red urbana de calor y frío.

En ese momento, los ayuntamientos de L'Hospitalet y Barcelona se pusieron de acuerdo para extender el servicio a Plaza Europa, la Gran Vía de L'Hospitalet, el puerto y la Zona Franca. Este acuerdo se ha materializado en la construcción de una red de frío y calor que mediante tres centrales y una red de tuberías suministra energía térmica a clientes residenciales, industriales y del sector terciario (hospitales, oficinas, centros deportivos, centros comerciales colegios etc.).

Ecoenergies Barcelona, la red urbana de frío y calor del sur de Barcelona está compuesta por tres centrales de producción, integradas en el entorno urbano, diseñadas para adaptarse al ritmo de crecimiento inmobiliario, las dos primeras centrales construidas (Zona Franca y La Marina) están situadas en puntos estratégicos de la red, que, una vez culminado el proyecto, dará servicio a un ámbito geográfico de 15.000.000 m². La red permite a los edificios conectados tener calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria (ACS) de forma respetuosa con el medio ambiente. Esto se debe a que la red tiene como objetivo principal es la preservación del medio ambiente: la red pretende usar múltiples fuentes de energía renovable y residuales locales así mismo reduciendo el uso de energías fósiles y las emisiones de CO₂ asociadas a las mismas

Como ya hemos mencionado la red cuenta con tres centrales energéticas, que utilizan distintos tipos de combustible, y que permiten generar el calor (90°C), el frío (5°C) y el frío industrial (-10°C) que posteriormente se suministran a los clientes.

La central de la Zona Franca es el corazón de la red y es dónde está situado el centro de control que analiza y procesa en tiempo real los datos de las centrales, las subestaciones y la red.

Se suman a la red, la central de La Marina, como central de puntas y/o de reserva y la central del Puerto, en fase de diseño, que permitirá reaprovechar el frío residual que ahora se pierde en el puerto, como veremos más adelante.

La red supone una mejora de la eficiencia energética en comparación con las soluciones individuales de producción. Permite un ahorro en energías primarias equivalente al 1% del consumo de la ciudad de Barcelona y evita 13.400 t/año de CO₂.

Three power plants to supply an area of more than 15,000,000 m²

Barcelona, a cosmopolitan and dynamic city, is also the precursor in Spain of a still emerging market: DHC networks.

In 2006, an amendment to the Metropolitan General Plan was approved for urban conversion in the neighbourhood of La Marina through a DHC network, intended to reconcile residential use with businesses.

At that time, the L'Hospitalet and Barcelona town councils agreed to extend the service to Plaza Europa, the Gran Vía de L'Hospitalet, the port and the free zone. This agreement has resulted in the construction of a DHC network which, through three plants and a network of pipes, supply heat to customers in the residential, industrial and tertiary sector (hospitals, offices, sports centres, shopping centres, schools etc.).

Ecoenergies Barcelona, the DHC network for the south of Barcelona, is composed of three power plants, integrated within the city environment, designed to adapt to the pace of property growth: the first two plants built (Free Zone and La Marina) are located at strategic points in the network, which will supply a geographical area of 15,000,000 m² after completion of the project. The network provides connected buildings with heating, air conditioning and domestic hot water (DHW) through environmentally friendly methods. This is because the network's main objective is the preservation of the environment: the network intends to use multiple sources of renewable energy and local waste, thus reducing the use of fossil fuels and their associated CO₂ emissions.

As we mentioned, the network has three power plants which use different types of fuel and generate heat (90°C) and cold (5°C) and industrial cold (-10°C) which is later provided to customers.

Cifras clave de la red a término | Key figures on the completed network

Potencia máxima de calor | Maximum heat power

Convencional | Conventional: 110 MW

A partir de biomasa | From biomass: 10 MW

También se aprovechará el calor producido por las placas solares térmicas instaladas en los edificios conectados a la red. | The heat produced by solar thermal panels installed in buildings connected to the network will also be used.

Potencia máxima de frío | Maximum cold power

Convencional | Conventional: 68,5 MW

Industrial | Industrial: 12 MW

Recuperado de la planta del puerto | Recovered from the Plant Port: 30 MW

Acumulación de hielo | Ice accretion: 320 MWh

Generación eléctrica | Electricity production

2 MW a partir de biomasa | from biomass

La red valoriza 28.000 t/año de biomasa procedente de los parques y jardines de Barcelona, de los bosques de Cataluña y de cultivos energéticos. | The network enhances 28,000 t/year of biomass from parks and gardens in Barcelona, Catalanian forests and energy crops.



Cronología del proyecto

En junio de 2009 Dalkia resultó adjudicataria del concurso internacional organizado por Tersa para el diseño, construcción y explotación durante 30 años de esta red de calor y frío del sur de Barcelona. En septiembre de 2009 fue creada la sociedad Ecoenergies Barcelona, cuyos accionistas principales son Dalkia y el ayuntamiento de Barcelona, y que es la sociedad responsable de este proyecto.

Todo el proyecto ha sido realizado en formato EPC (llave en mano de diseño, construcción y puesta en marcha) por Dalkia Contracting como contratista principal. Esta empresa pertenece al grupo Dalkia en España, y está especializada en obras de instalación de generación de energía de gran envergadura y de instalaciones especializadas en el ámbito industrial.

El comienzo del proyecto vino marcado por las obras de demolición en el sitio de la Zona Franca que comenzaron en enero de 2010, procediéndose el 2 de mayo de este mismo año al acto de puesta de la primera piedra de la central de la Zona Franca, central que comenzó a construirse en junio de 2010.

A partir de aquí el proyecto se desarrollaría en varias fases, cada una de las cuales comprendió las siguientes actuaciones:

Primera fase (finalizada):

- Construcción de la central energética del barrio de La Marina y de la red local de distribución de calor y frío, que empezó a suministrar a los primeros clientes en 2011.
- Construcción de la planta de biomasa en la Zona Franca. Esta planta comenzó inicialmente a producir electricidad, posteriormente, como veremos más adelante se produciría calor a partir de la biomasa también.

Segunda fase (finalizada):

- Finalización de la central de producción energética de la Zona Franca y puesta en marcha de la central energética de generación térmica convencional. La construcción de esta central se ha llevado a cabo con infraestructuras modulares, la potencia de las cuales aumentará en función de la demanda energética. Esta central cuenta con un diseño arquitectónico moderno e innovador, integrado al entorno urbano y representativo de los tipos de energías utilizadas.

Tercera fase (fase diseño):

- Construcción de la planta de recuperación de frío residual del Puerto, la red de transporte y el sistema de acumulación de hielo (320 MWh). Esta central tiene prevista su puesta en servicio entre

The network is an improvement in energy efficiency compared to individual production solutions. It produces savings in primary energy equivalent to 1% of consumption in the city of Barcelona and avoids production of 13,400 tons/year of CO₂.

Project Time line

In June 2009 Dalkia was awarded the international tender put out by Tersa for design, construction and operation of this DHC network in south Barcelona for 30 years. In September 2009, Ecoenergies Barcelona was founded as a company, the main shareholders of which are Dalkia and Barcelona city council, Dalkia being the company responsible for this project.

The whole project has been run in EPC format (turnkey design, construction and commissioning) by Dalkia Contracting as the main contractor. This company belongs to the Dalkia Group in Spain, and specializes in installation work for power production on a major scale, and specialized industrial plants.

The beginning of the project was marked by the demolition works at the site of the Free Zone, which began in January 2010, proceeding later, on May 2nd this year, with the ceremony of laying the first stone at the Free Zone plant, on which construction began in June 2010.

From here the project was to be developed in phases, each of which included the following work:

First phase (completed):

- Construction of the power plant in the district of La Marina and the local DHC distribution network, which started supplying the first customers in 2011.
- Construction of the biomass plant in the Free Zone. This plant began producing electricity initially, then, as we shall see, it was also to produce heat from biomass.

Second phase (completed):

- Completion of the power plant in the Free Zone and commissioning of the conventional thermal plant. This plant has been constructed on a modular basis, increasing power production in line with the increase in demand. This plant has a modern and innovative architectural design, integrated within the city surroundings and representative of the types of energy used.

Third phase (design):

- Construction of the port's residual cold-recovery plant; the transport network and the ice accretion system (320 MWh). This plant is expected to be up and running between 2017 and 2019, depending on the level of demand reached. Unlike other plants within this project, this plant will not be launched in phases: once it has been commissioned it will be able to deliver all the power available.
- Connecting up the marina plant to the Free Zone plant through a backbone network in order that the Marina can function as a peaks and back-up plant. Network expansion to new areas of L'Hospitalet de Llobregat and the Free Zone to supply an area of more than 15,000,000 sqm.



2017 y 2019, en función de la demanda que se alcance. A diferencia de las otras plantas que integran este proyecto esta central no se pondrá en marcha por fases, sino que una vez puesta en servicio será capaz de entregar toda la potencia disponible.

- Conexión de la central de la marina a la central de la Zona Franca a través de una red troncal, para que la marina funcione como central de puntas y back-up. Expansión de la red hasta las nuevas zonas de L'Hospitalet de Llobregat y la Zona Franca para dar servicio a una superficie de más de 15.000.000 m².

2019 es la fecha prevista para el funcionamiento a pleno rendimiento de esta infraestructura energética, mientras, las distintas plantas que la integran se van poniendo en servicio para ir cubriendo paulatinamente los servicios requeridos.

Central de La Marina

La central de La Marina, construida inicialmente para dar servicio al barrio de La Marina y al recinto ferial, tras su conexión a la Zona Franca a través de la red troncal, pasará a ser una central de puntas y/o reserva. Tiene una potencia instalada de frío de 30 MW y de calor de 20 MW.

En esta central, el calor se produce por medio de la combustión de gas natural que alimenta cuatro calderas piro-tubulares. Las tres primeras calderas instaladas suman 8,75 MWt de potencia nominal, y fueron suministradas por Ygnis. Se realizó una ampliación con dos calderas Bosch de 6 MWt.

La producción de agua fría es posible gracias a tres máquinas frigoríficas que fueron suministradas por McQuay. Se trata de máquinas de compresión centrífugas, que producen de agua fría a 5 °C, dos de ellas tienen una potencia nominal de 7,3 MW y la tercera de 2 MW.

Central de la Zona Franca

La central de la Zona Franca es una central de arquitectura moderna y representativa de las energías renovables utilizadas. Su diseño está pensado para permitir visitas de grupos, de forma cómoda y segura, gracias a un sistema de pasarelas exteriores, puntos de observación y sala multimedia.

Con producción con redundancia en los equipos de alta eficiencia, la central de la Zona Franca produce electricidad a partir de biomasa, calor a 90°C (potencia máxima 90 MW), frío a 5 °C (potencia máxima 38,5 MW) y frío industrial a -10 °C. Cuenta con una planta de biomasa que permite la generación de electricidad y calor a partir de los restos de poda de los parques y jardines de Barcelona (residuos agrícolas), de residuos forestales (astillas) y de cultivos energéticos. También es donde se realizará el almacenamiento en depósitos de hielo del frío recuperado de la central del Puerto.

Esta central es el corazón de la red, pues en ella está ubicado el sistema de control de la red, donde se analizan y procesan en tiempo real los datos de todas las centrales, subestaciones y red de transporte. Los distintos PLC's de los subsistemas que conforman la red de producción de frío y calor, calderas, turbina, compresores de producción de frío, etc. se capturan y se llevan a un SCADA iFix de GE que recoge más de 8.000 señales. de esta forma la gestión de la red se realiza de forma completa desde un puesto único en esta central.

Producción de frío negativo

En la central de la zona Franca, existe una instalación de producción de frío a -10 °C (potencia 12 MW), empleando amoníaco



2019 is the target date for the energy infrastructure's full operation. Meanwhile, the different plants that make up the total infrastructure are being commissioned to progressively cover the services required.

The Marina Plant

The Marina plant, originally built to serve the La Marina district and exhibition center, after connection to the Free Zone through the backbone network, will become a peak and/or reserve plant, with an installed capacity of 30 MW for cold and 20 MW for heat.

In this plant the heat produced by the combustion of natural gas which feeds four fire tube boilers. The first three boilers installed, totalling 8.75 MWt of rated power, were supplied by Ygnis. This was then extended with two Bosch 6 MWt boilers.

Cold water production is possible thanks to three refrigerating machines supplied by McQuay. These are centrifugal compression machines producing cold water at 5°C, two of which have a rated power of 7.3 MW and the third of 2 MW.

Free Zone Plant

The Free Zone plant is a renewable energy plant with modern, representative architecture. It has been designed to be suitable for group visits on a comfortable and safe basis, thanks to a system of exterior walkways, observation points and a multimedia room.

With redundancy-based production in high efficiency equipment, the Free Zone plant produces electricity from biomass, heat at 90°C (maximum power), cold at 5°C (maximum power 38.5 MW) and industrial refrigeration at -10°C.

It has a biomass plant that generates electricity and heat from pruning waste from the parks and gardens in Barcelona (agricultural waste); forest residue (wood chips) and energy crops. This is also where the cold from the port will be stored in ice deposits recovered from the Port plant.

The Free Zone plant is the heart of the network and it is where the control centre is located. This centre analyses and processes the data from the plants, substations and the network in real time.

como agente refrigerante (que permanece siempre en el sistema, en un circuito cerrado). El amoníaco se somete a cuatro etapas de forma cíclica: compresión, condensación, expansión y evaporación.

Precisamente es en la etapa de la evaporación cuando se produce la refrigeración del agua glicolada: el amoníaco absorbe el calor del agua glicolada. Gracias a este intercambio térmico, el agua glicolada se enfría de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se incorpora posteriormente a la red de frío negativo.

Se prevé también la puesta en marcha de un sistema de acumulación de frío que incluya una capacidad máxima de 330 MWh. Se realizará a la vez de la puesta en marcha de la central del puerto. La energía máxima que se podría almacenar se ha estimado en 330 MWh. Este sistema permitirá, en caso de no tener demanda inmediata, almacenar el frío recuperado en la central del puerto para luego inyectarlo a la red de frío hacia los clientes.

Planta de biomasa

La planta de valorización de biomasa de la central de la Zona Franca comenzó inicialmente a funcionar como una planta de generación de electricidad, y en un segundo tiempo, una vez instalados los intercambiadores y la central conectada a la red de calor, también se empezó a generar energía térmica a partir de la planta de biomasa (potencia 10 MW). A partir de allí, se reduce la producción eléctrica en función de la demanda de calor.

El ciclo de la biomasa

En primer lugar, la biomasa en forma de astillas llega en camión, se pesa en la báscula y se deposita en el patio. Se aprovechan anualmente unas 28.000 t de biomasa, entre 10.000 y 14.000 de estas toneladas provienen de los restos de la poda de árboles, subproductos de jardinería y regeneración de árboles de los parques y jardines de la ciudad de Barcelona. El resto procede del aprovechamiento de residuos forestales y de cultivos energéticos.

A continuación, se transporta la biomasa hasta el silo de almacenamiento para alcanzar, finalmente, el hogar de la caldera donde tiene lugar la combustión.

Vecoplan suministró el sistema de recepción y trasiego de la biomasa desde el patio de biomasa hasta el silo de dosificación de la caldera. Está compuesto por reeders muy robustos que son especialmente recomendados para su uso con materiales fibrosos como la palmera, que se encuentran abundantemente entre los combustibles que usa Ecoenergies.

Después de la combustión, los restos de biomasa –las cenizas– se recogen en el redler, que es húmedo y que permite enfriar las cenizas, eliminando así los riesgos.

En el hogar, se produce la entrada de biomasa y de aire simultáneamente, ya que sin ello no tendría lugar la combustión. Se trata de una reacción de oxidación en la que participan un combustible que arde –en este caso, la biomasa– y un comburente: el oxígeno del aire.

La caldera de combustión de biomasa instalada es de la firma Biochamm de tipo vertical acuatubular y produce 11 t/h de vapor a 40 bar y $400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El ciclo cerrado del agua

El agua líquida, ya precalentada, entra en la caldera y se distribuye mediante tubos situados en las paredes

Added to the network is the Marina plant, acting as peak and/or reserve plant for the Port plant, currently at the design phase. This will reuse the residual cold which is currently lost in the port, as we shall see below.

The different PLC subsystems that make up the cold and heat production network, boilers, turbine, refrigerating compressors, etc., are captured and taken to a GE SCADA iFix which collects over 8,000 signals. Thus network management is performed entirely from one single position in the plant.

Negative cold production

In the Free Zone plant there is a cold production plant, cooling to $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (12 MW power) using ammonia as a refrigerant (which always remains in the system in a closed circuit). The ammonia goes through four steps cyclically: compression, condensation, expansion and evaporation. It is precisely at the evaporation stage that the glycol water is cooled: the ammonia absorbs the heat from the glycol water and through this exchange of heat the glycol solution is cooled from $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, subsequently passing into the negative cold network.

It is also planned to commission a cold storage system that includes a maximum capacity of 330 MWh. This will go ahead at the same time as commissioning the Port plant. The maximum energy that could be stored has been estimated at 330 MWh. In cases where there is no immediate demand, this system will store the recovered cold at the Port plant to then inject it into the cold network for customers.

Biomass plant

The Free Zone biomass recovery plant initially began as a plant for electricity production. At a second stage, once exchangers had been installed and the plant was connected to the cooling network, it also began to generate thermal energy from the biomass plant (10 MW power). From that point, the production of electricity fell, depending on heat demand.

The biomass cycle

Firstly, biomass, in the form of chips arrives at the plant, is weighed and deposited in the yard. Annually around 28,000 t of biomass is processed, of which 10,000 to 14,000 tons comes from the remains of tree pruning, gardening products





de dicha caldera. Aquí, se produce un intercambio térmico entre los gases resultantes de la combustión y el agua. Es decir, que el calor de los gases se transmite al agua. Al aumentar su temperatura, el agua cambia de estado, pasando de líquido a vapor. Más adelante en el proceso, el vapor se condensa, transformándose de nuevo en agua. En una última etapa, el agua pasa por un tanque de alimentación y dos economizadores, y así entra en la caldera como agua precalentada.

El ciclo del aire y de los gases

Durante la combustión, el aire de la caldera se convierte en una mezcla de gases con partículas de dióxido de carbono, y oxígeno, entre otros. Después de haber calentado el agua, la energía sobrante de dichos gases no se deja perder. Se aprovecha al hacerlos pasar por dos economizadores para calentar tanto el aire como el agua que alimentan la caldera de biomasa. Esto permite mejorar el rendimiento de la caldera y la eficiencia del proceso.

Finalmente, los gases pasan por el multiciclón y el filtro de mangas. De este modo se recogen la gran mayoría de las partículas y se evita su liberación a la atmósfera por la chimenea.

Producción de electricidad y calor

Después de la instalación de la caldera de biomasa, está conectada la turbina y los intercambiadores. Aquí, el vapor generado en la instalación de caldera de biomasa se transforma en energía eléctrica y energía térmica.

El vapor entra en la turbina a gran presión y ejerce una fuerza sobre las palas o álabes, tanto de la parte móvil –rotor– como fija –estator–. Como resultado de este empuje, el rotor gira sobre el eje y esta energía mecánica se transforma en energía eléctrica mediante un alternador acoplado. La electricidad así generada es de origen verde y se inyecta en la red de distribución eléctrica de la ciudad.

La turbina de vapor a condensación, suministrada por Pasch, tiene una extracción a 3 bar desde la que se extrae vapor que cede el calor en unos intercambiadores suministrados por Alfa Laval a la red enterrada. Por este medio (alimentado con biomasa), se consiguen hasta 7 MWt de calor.

Además, el vapor que sale de la turbina debe condensarse antes de introducirlo de nuevo en la caldera de biomasa como agua, cerrando así el ciclo vapor-agua. Para ello, se utilizan dos instalaciones de condensación: el condensador y los intercambiadores de placas. Los

and regeneration of trees in parks and gardens in the city of Barcelona. The rest comes from the use of forest waste and energy crops.

Then the biomass is transported to the storage silo to finally reach the boiler furnace where combustion takes place.

Vecoplan provided the reception system and transfer of biomass from the biomass yard to the boiler's dosing silo. It is composed of very robust ridders, which are particularly recommended for use with fibrous materials such as palm, which are found abundantly among the fuels used by Ecoenergies.

After combustion the remains of the biomass - the ashes - are collected in the redler, which is moist and which cools the ashes, thus removing any risks.

Biomass and air enter the boiler simultaneously, as otherwise there would be no combustion. This is an oxidative reaction involving a burning fuel - in this case biomass - and an oxidizer: the oxygen in the air.

The biomass combustion boiler installed is a Biochamm vertical water tube type, and produces 11t/h of steam at 40 bars and 400°C.

The closed water cycle

The, preheated, water enters the boiler and is distributed through pipes in the walls of the boiler. Here, heat exchange takes place between the gases resulting from combustion and the water i.e. the heat from the gases is transferred to the water. With increasing temperature, the water changes state, from liquid to vapor. Later in the process, the steam condenses, and is transformed again into water. In a last step, the water passes through a feed tank and two economizers, and so enters the boiler as preheated water.

The cycle of air and gases

During combustion, the air in the boiler is converted to a mixture of gases with particles of carbon dioxide, and oxygen, among others. After heating the water, the excess energy from these gases is not lost. They are used by making them pass through two economizers to heat both the air and water that feed the biomass boiler. This improves the performance of the boiler and the efficiency of the process.

Finally, the gases pass through the multi-cyclone and baghouse. Thus the vast majority of the particles are collected and release to the atmosphere through the stack is prevented.

Production of electricity and heat

After installing the biomass boiler, the turbine and exchangers are connected. Here, the steam generated in the biomass boiler facility is converted into electrical and thermal energy.



intercambiadores permiten aprovechar la energía del vapor para calentar agua que entra a 60 °C y sale a 90 °C.

Posteriormente, esta agua a 90 °C se incorpora a la red de calor. El vapor condensado (tanto por los intercambiadores como por el condensador), es el agua ya caliente que vuelve a la caldera de biomasa para convertirse de nuevo en vapor.

Central del Puerto

La planta del Puerto situada en el puerto de Barcelona, aprovechará el frío residual generado en el proceso de gasificación del gas natural licuado en la planta regasificadora de Enagás, para enviarlo mediante una red de transporte de CO₂.

La unidad de recuperación de frío del GNL se ha diseñado para el aprovechamiento del frío procedente del GNL que se transporta y almacena líquido a la temperatura de -160 °C y que se gasifica en las instalaciones existentes, situadas en el muelle de inflamables de Barcelona. Una vez regasificado, el GNL se inyecta en las líneas de transporte de gas natural.

Este proceso permitirá la recuperación de 30 MW, que posteriormente se aplicarán para climatización o refrigeración. El proceso industrial de regasificación que tiene lugar en el puerto en estos momentos consiste en calentar el GNL que llega a unos -160 °C por barcos y transformarlo a su fase gas (ese es el gas natural que luego se distribuye a la ciudad) usando el calor del agua de mar (a unos 15 °C). Al calentar el GNL, el agua de mar pierde parte de su calor por lo que se devuelve al mar más fría.

El proceso de la nueva central de Ecoenergíes plantea cambiar el agua de mar por CO₂. El CO₂ se encargará de transportar el frío que viene del GNL hasta la central de la Zona franca a través de una red de transporte. Allí, o bien se transferirá el frío a través de intercambiadores a clientes que demanden frío industrial o bien en caso de demanda baja, se almacenará en forma de hielo en depósitos de acumulación.

Subestaciones de intercambio

Las subestaciones son los "links" entre Ecoenergíes y el usuario. Es dónde se transfiere la energía térmica a las instalaciones de los usuarios.

Situadas al pie de los edificios conectados a la red de calor y frío, las subestaciones permiten la transferencia de la energía térmica mediante un intercambiador entre la red de distribución primaria de Ecoenergíes y la red de distribución secundaria del edificio del cliente.

Steam enters the turbine at high pressure and exerts a force on the blades or vanes, both mobile-rotor- and fixed - stator. As a result of this thrust, the rotor rotates about the axis and this mechanical energy is converted into electrical energy by a fitted generator. The electricity thus generated is from a green source and fed into the electricity distribution network in the city.

The condensing steam turbine supplied by Pasch 3 has 3 bar extraction from which steam is extracted which then transfers the heat to exchangers, supplied by Alfa Laval, to the network below ground. This way up to 7 MWt heat is obtained (fed with biomass).

In addition, the steam leaving the turbine must be condensed before being fed back again into the biomass boiler as water, thus closing the steam-water cycle. To do this two condenser elements are used: the condenser and the plate exchangers:

Exchangers harness the power of the steam to heat the water that enters at 60°C and leaves at 90°C. Subsequently, this water at 90°C is fed into the heating network. The condensate (both exchangers and condenser) is the already hot water returning to the biomass boiler to become steam again.

Port plant

The Port plant, located in the port of Barcelona, uses the residual cold generated in the LNG gassification process at the Enagás regassification plant to send it through a CO₂ transport network.

The unit, which recovers cold from LNG, transports and stores it in liquid form at a temperature of -160°C. This is gassified at the existing plant, located at the Barcelona flammable dock. After regassifying, the LNG is fed into the natural gas transport lines.

This process will recover 30 MW, which will subsequently be used for air conditioning or refrigeration. The industrial process of regassification that takes place currently in the port heats up the LNG, which comes in by vessel at a temperature of about 160°C, to convert it to its gaseous state (this is the natural gas which is then distributed to the city), using the heat from the seawater (about 15°C). By heating the LNG, the seawater loses part of its own heat, so is then returned to the sea at a lower temperature.

The process at the new Ecoenergíes plant plans to convert the seawater into CO₂. The CO₂ is in charge of transporting the cold which comes from the GNL to the Free Zone through a transport network. Either the cold will be transferred through exchangers to customers who need industrial refrigeration, or, in the case of low demand, it will be stored in the form of ice in storage tanks.

Exchange substations

Substations are the "links" between Ecoenergíes and the user. This is where the thermal energy is transferred to users' facilities.

Located at the foot of the buildings connected to the heat and cold network, substations transfer thermal energy through

La red secundaria suministra a los edificios o los pequeños grupos de edificios con la energía térmica. La red secundaria no forma parte de la red de calor y frío en el sentido jurídico, porque no está gestionada por el responsable de la red de calor y frío (es responsabilidad de los propietarios del edificio).

La subestación se compone también de un panel de control y de un contador de energía térmica que permite conocer el consumo de energía térmica del edificio, dato necesario para la facturación. De este modo, las subestaciones permiten controlar de manera eficiente la energía térmica que se usa en el edificio.

El número final de subestaciones de la red está por determinar puesto que la red no se ha completado, sin embargo por poner un ejemplo sólo para el residencial del barrio de la Marina habrá más de 300 (1 por edificio). En terciario (2 por edificio) otras 100 y unas 80 para industrial.

Red de distribución primaria

La red de distribución está compuesta de tuberías a través de las cuales la energía térmica se transporta mediante un fluido térmico (en este caso agua). Estas tuberías están dispuestas en dos circuitos: uno de impulsión que transporta el fluido proveniente de la unidad de producción hasta los edificios conectados (donde se utiliza la energía térmica) y otro de retorno que vuelve a llevar el fluido, una vez la energía térmica ha sido entregada en los edificios.

El fluido vuelve a la central de producción reproduciendo el ciclo continuo.

La concepción de la red pretende asegurar una densidad térmica (número de edificios conectados por kilómetros de tubos instalados) lo más elevada posible, para permitir la viabilidad económica de la red (coste de inversión fuertemente ligado a los metros lineales de tubería). Además, la red permite incorporar las aportaciones de la producción solar térmica distribuida por su mejor aprovechamiento.

Actualmente la red de Ecoenergies Barcelona está compuesta por un total de 5,7 km de zanjas, y un total de 24 km de tuberías.

Las tuberías que transportan el fluido termoportador están constituidas de un sistema de doble cuerpo: tubo de acero recubierto de una funda interior de aislamiento (hasta 1.200mm de diámetro) sobre la cual se encuentra otra funda de plástico rígido. INPAL y Logstor son los dos proveedores que han suministrado este tipo de tubería preaislada.



a heat exchanger between the Ecoenergies primary distribution network and the secondary distribution network in the customer's building.

The secondary network supplies buildings or small groups of buildings with thermal energy. The secondary network is not part of the heat and cold network in the legal sense because it is not managed by the person in charge of the heat and cold network (this is the responsibility of the owners of the building).

The substation also includes a control panel and a heat meter that gives the thermal energy consumption of the building - information necessary for billing. Thus, the substations enable efficient control of the heat energy used in the building.

The final number of substations in the network is still to be decided, as the network has not been completed, however, to take an example, for the residential neighbourhood of La

Marina alone, there will be more than 300 substations (1 per building). In tertiary buildings (2 per building) another 100, and about 80 for industrial buildings.

Primary distribution network

The distribution network consists of pipes which transport the heat energy by means of a thermal fluid (in this case water). These pipes are arranged in two circuits: one that transports the fluid from the production unit to the connected buildings (where the thermal energy is used) and a return circuit which carries the fluid back, once the heat energy has been delivered to the buildings.

The fluid returns to the plant to repeat the continuous production cycle.

The network design aims to ensure a thermal density (number of buildings connected by kms of pipe installed) which is as high as possible to make it economically viable (investment cost is closely linked to linear meters of piping).

Moreover, the network accepts contributions from solar thermal production, distributed in order to make it more effective.

Currently the Ecoenergies Barcelona network consists of a total of 5.7 km of trenches and 24 km of pipeline.

The pipes that carry the heat transfer fluid are composed of a dual system: a steel tube coated with an inner lining for insulation (up to 1200mm diameter) on top of which is another lining in the form of a hard plastic casing. INPAL and Logstor are the two suppliers which have supplied this type of preinsulated piping.