

CÓMO APROVECHAN LAS CIUDADES SU POTENCIAL DE ENERGÍA TÉRMICA A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS INTELIGENTES

LAS CIUDADES INTELIGENTES HAN EXPERIMENTADO DURANTE MUCHO TIEMPO CON NUEVOS ENFOQUES PARA IMPULSAR PROYECTOS Y TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA INTELIGENTE PARA FOMENTAR LA EFICIENCIA, PRINCIPALMENTE EN SUS SISTEMAS DE ELECTRICIDAD. ÉSTO HA PERMITIDO A LOS CIUDADANOS CARGAR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS O REDUCIR SUS FACTURAS DE ENERGÍA A TRAVÉS DE APLICACIONES QUE LES PERMITEN ADMINISTRAR SU CONSUMO DE ENERGÍA DE MANERA EFICIENTE. MIENTRAS TANTO, LA RED DE ENERGÍA TÉRMICA AÚN NO HA ALCANZADO LAS ALTURAS DE ESTE SISTEMA ELÉCTRICO INTELIGENTE, SIN EMBARGO, LOS PROYECTOS EUROPEOS QUE PROMUEVEN SOLUCIONES ENERGÉTICAS DE DISTRITO INTELIGENTES Y BAJAS EN CARBONO PARA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE SIGNIFICAN QUE ES PROBABLE QUE ESTO CAMBIE.

Dado que la calefacción y la refrigeración son responsables de aproximadamente el 50% de la demanda final de energía de Europa, las redes de calefacción y refrigeración son clave para lograr una descarbonización económicamente viable en las zonas urbanas. Las redes modernas de calefacción urbana tienen el potencial de integrar energías renovables, capturando el exceso de calor de fuentes tales como plantas de tratamiento de residuos o centros de datos, al tiempo que aumentan la flexibilidad del sistema energético en general. Por el contrario, las redes de refrigeración urbana, que utilizan fuentes de refrigeración naturales, como agua de lagos, podrían acomodar aún más las crecientes demandas de enfriamiento de los hogares, reduciendo el estrés que los sistemas de aire acondicionado ejercen sobre las redes principales.

El enorme potencial de las redes urbanas de calor y frío en las ciudades para transformar la oferta y la demanda de energía está, en teoría, bien establecido. Con el auge de las ciudades inteligentes, las áreas urbanas tienen una oportunidad única de convertir la teoría en práctica y beneficiarse de las nuevas tecnologías y soluciones para aprovechar las fuentes de energía locales existentes para calentar y enfriar las ciudades. Las nuevas tecnologías hacen posible que muchas más ciudades que antes exploten el potencial de las redes urbanas de calor y frío.

Los sistemas tradicionales de calefacción urbana tienen algunos defectos a pesar de los beneficios que ofrecen. Se trata de instalaciones a gran escala que suponen altos costes iniciales de inversión. Además, se alimentan principalmente de combustibles fósiles y la energía producida a altas temperaturas produce pérdidas de calor. Las ciudades inteligentes de Europa están trabajando para contrarrestar tales defectos, a través del concepto de redes de térmicas inteligentes, también vistas como la cuarta generación de redes de calefacción urbana.

Las redes térmicas inteligentes son locales

Las redes térmicas inteligentes se están revolucionando a diario y ninguna más que en la ciudad holandesa de Rotterdam. Como parte del proyecto de ciudades inteligentes RUGGEDISED, financiado por la UE, del cual ICLEI es socio clave, la ciudad está implementando una red térmica inteligente para extraer el calor de las aguas residuales, de las personas que habitan los edificios, así como el calor de las propias aceras por las que sus residentes caminan.

Varios factores clave explican cómo y por qué es posible esto. En primer lugar, las primeras generaciones de redes de calefacción urbana necesitaban energía térmica a alta temperatura para transmitir energía desde una planta central a las instalaciones de la ciu-

HOW CITIES FULFIL THE POTENTIAL OF THERMAL ENERGY THROUGH SMART TECHNOLOGIES

SMART CITIES HAVE LONG-EXPERIMENTED WITH NEW APPROACHES TO DRIVE SMART ENERGY PROJECTS AND TECHNOLOGIES TO FOSTER EFFICIENCIES, MAINLY IN THEIR ELECTRICITY SYSTEMS. THIS HAS ALLOWED CITIZENS TO CHARGE ELECTRIC VEHICLES OR REDUCE THEIR ENERGY BILLS THROUGH APPLICATIONS THAT ALLOW THEM TO MANAGE THEIR ENERGY CONSUMPTION IN AN EFFICIENT WAY. MEANWHILE, THE THERMAL ENERGY GRID HAS STILL NOT REACHED THE HEIGHTS OF THIS SMART ELECTRICITY SYSTEM. NEVERTHELESS, EUROPEAN PROJECTS THAT PROMOTE SMART, LOW-CARBON DISTRICT ENERGY SOLUTIONS FOR A SUSTAINABLE ENERGY TRANSITION MEAN THAT THIS IS LIKELY TO CHANGE.

With heating and cooling responsible for approximately 50% of Europe's final energy demand, district heating and cooling (DHC) networks are key to achieving an economically viable decarbonisation in urban areas. Modern district heating networks have the potential to integrate renewables, capturing excess heat from sources such as waste treatment plants or data centres, while increasing the flexibility of the overall energy system. By contrast, district cooling networks, drawing on natural cooling sources, such as lake water, could further accommodate the rising cooling demands of households, reducing the stress placed on mains grids by air conditioning systems.

The huge potential of DHC in cities to transform energy supply and demand is, in theory, well-established. With the rise of smart cities, urban areas have a unique chance to turn theory into practice and benefit from new technologies and solutions to take advantage of existing local energy sources to heat and cool the cities. New technologies make it possible for many more cities than previously to exploit the potential of DHC.

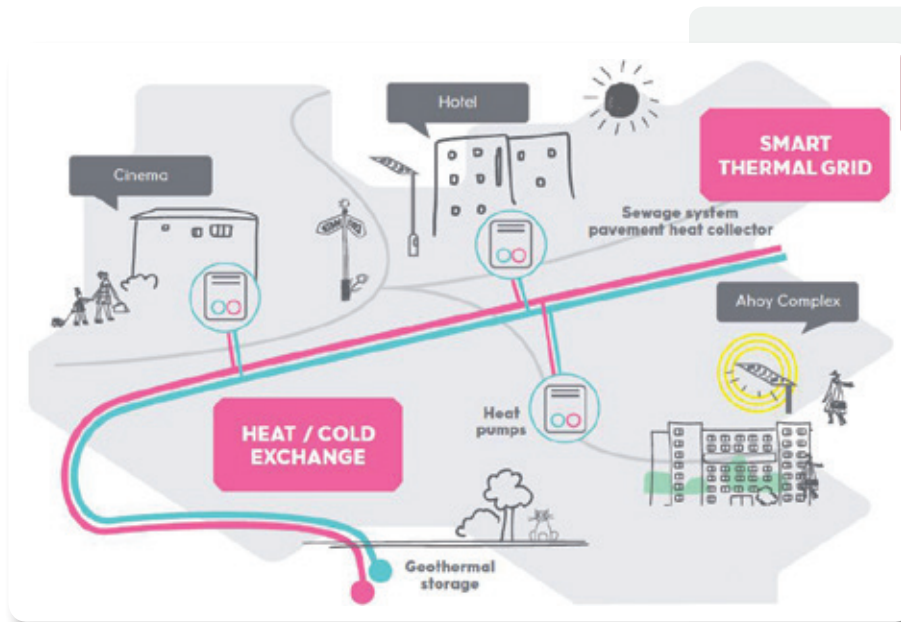
Traditional district heating systems have some flaws despite the benefits offered. These are large-scale installations requiring high, upfront investment costs. In addition, they are mainly powered by fossil fuels and the high temperature energy produced results in heat losses. Smart cities around Europe are working to counter such flaws, through the concept of smart thermal grids, also seen as the 4th generation of district heating.

Smart thermal grids are local

Smart thermal grids are being revolutionised on a daily basis and none more so than in the Dutch city of Rotterdam. As part



Sistema DHC Parque das Nações en Lisboa operado por Climaespaço (Foto cortesía de ICLEI Europa) | Parque das Nações DHC system in Lisbon operated by Climaespaço (Photo courtesy of ICLEI Europe)



Redes térmicas inteligentes en el Distrito Sur de Rotterdam (Foto cortesía de RUGGEDISED)
Smart thermal grids in Rotterdam's South District
(Photo courtesy of RUGGEDISED)

of the EU-funded, smart cities project RUGGEDISED, of which ICLEI is a key partner, the city is implementing a smart thermal grid to extract heat from waste water, from people in buildings as well as heat from the very pavements on which its residents walk.

Several crucial factors explain how and why this is possible. Firstly, early generations of district heating networks needed high temperature thermal energy to transmit power from a central plant to facilities around the city. With new innovations such as

heat pumps, which allow energy to be extracted from water at normal temperatures, energy can be harvested from a wider pool of sources than before. Secondly, the local approach means a smaller grid, which means less thermal energy is lost during transmission. Thirdly, the smart city approach means that the energy is used when and where it is needed.

Rotterdam is implementing these options as part of the city's commitment to sustainable energy planning, as proof of the city's engagement with the Covenant of Mayors and its Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) submitted in 2015. On the ground, Rotterdam is deploying a methodology from the so-called Rotterdam Energy Approach and Planning (REAP), which serves as the city's main strategy on how to achieve maximum energy efficiency in buildings, districts and across the entire city, including the deployment of modern DHC networks.

The smart grid implemented in its Southern district uses a network of pipes to transport thermal energy up and down from wells located at aquifer level. Optimised heat pumps have been installed beneath different buildings connected to this network, equipped with sensors. The result is a system that takes thermal energy to the underground wells for storage or distributes it to the buildings for instant use. Depending on the season, the thermal smart grid can harvest both heating and cooling. The energy extracted from the wells can feed directly into a building's heating, ventilation and air conditioning system (HVAC) depending on the season and ambient temperature.

One energy source for the system is the warm wastewater generated by the buildings themselves, which is re-used to produce energy. Another example is how residents and businesses in the area will be able to use thermal energy collected from the streets on which they walk. Tubes will be integrated into the asphalt layer of the pavement through which cold water is pumped to capture the heat from the pavement. This water can be as hot as 65°C on a summer's day, which is more than enough to be used in the district heating system and be stored in the aquifer for months.

Another, less traditional energy source to be exploited in Rotterdam is the capture of thermal energy from people moving around. Hart van Zuid is an area full of large-scale buildings, including the 16,500-capacity indoor arena and convention centre 'Rotterdam Ahoy'. This large venue is one such building connected to the smart grid and the heat pumps installed will

dad. Con las nuevas innovaciones como las bombas de calor, que permiten extraer energía del agua a temperatura normal, se puede extraer energía de un grupo más amplio de fuentes que antes. En segundo lugar, el enfoque local significa una red más pequeña, lo que significa que se pierde menos energía térmica durante la transmisión. En tercer lugar, el enfoque de ciudad inteligente significa que la energía se utiliza cuándo y dónde se necesita.

Rotterdam está implementando estas opciones como parte del compromiso de la ciudad con la planificación energética sostenible, como prueba del compromiso de la ciudad con el Pacto de Alcaldes y su Plan de Acción para la Energía y el Clima Sostenible (SECAP) presentado en 2015. En el terreno, Rotterdam está desplegando un metodología del denominado Enfoque y planificación energética de Rotterdam (REAP), que sirve como la estrategia principal de la ciudad sobre cómo lograr la máxima eficiencia energética en edificios, distritos y en toda la ciudad, incluido el despliegue de redes urbanas de calefacción y refrigeración modernas.

La red inteligente implementada en su distrito sur utiliza una red de tuberías para transportar energía térmica hacia arriba y hacia abajo desde los pozos ubicados a nivel del acuífero. Se han instalado bombas de calor optimizadas debajo de diferentes edificios conectados a esta red, equipados con sensores. El resultado es un sistema que lleva la energía térmica a los pozos subterráneos para su almacenamiento o la distribuye a los edificios para su uso instantáneo. Dependiendo de la temporada, la red térmica inteligente puede producir tanto calefacción como refrigeración. La energía extraída de los pozos puede alimentarse directamente al sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) de un edificio, según la estación y la temperatura ambiente.

Una fuente de energía para el sistema son las aguas residuales calientes generadas por los propios edificios, que se reutilizan para producir energía. Otro ejemplo es cómo los residentes y las empresas de la zona podrán usar la energía térmica recolectada de las calles por las que caminan. Los tubos se integrarán en la capa de asfalto del pavimento a través de la cual se bombea agua fría para capturar el calor del pavimento. Esta agua puede estar tan caliente como 65°C en un día de verano, que es más que suficiente para usarse en el sistema de calefacción urbana y almacenarse en el acuífero durante meses.

Otra fuente de energía menos tradicional que puede ser explotada en Rotterdam es la captura de energía térmica de las personas que se mueven. Hart van Zuid es un área llena de grandes edificios, entre los que incluye el estadio cubierto y el centro de convenciones "Rotterdam Ahoy" con capacidad para 16.500 personas. Este enorme lugar

En Rotterdam, la ciudad ha unido fuerzas con socios privados para implementar una red térmica local e inteligente. Foto de la ceremonia de firma (Foto cortesía de la ciudad de Rotterdam) | In Rotterdam, the city has joined forces with private partners to implement a local and smart thermal grid. Photo of the signing ceremony (Photo courtesy of the city of Rotterdam)

es uno de esos edificios conectados a la red inteligente y las bombas de calor instaladas podrán agregar y usar la calefacción o la refrigeración en la red inteligente existente.

Uso más inteligente para evitar el recorte de picos

Otro socio del proyecto RUGGEDISED, y uno de los diecisiete grandes proyectos de ciudades inteligentes financiados por el programa Horizonte 2020 de la Comisión de la UE, es la ciudad sueca de Umeå. La ciudad tiene un sistema de calefacción y refrigeración de distrito bien establecido, pero está trabajando a un ritmo rápido para lograr un sistema de energía neutral al clima para 2030. Este objetivo encaja bien con la ciudad como signataria del Pacto de los Alcaldes, ya que ha desarrollado un sistema integral SECAP que combina medidas bajas en carbono y de eficiencia energética en su sistema de calefacción de distrito existente, junto con la participación activa de sus ciudadanos comprometidos con el clima.

Para lograr esta ambición, el proyecto RUGGEDISED está trabajando en Umeå en varias soluciones fácilmente replicables para cualquier ciudad que desee hacer inteligente su sistema energético, ya sea que proporcione refrigeración o calefacción. El socio Akademiska Hus (Academic Houses) posee y opera más de 3 millones de metros cuadrados de instalaciones de colegios y universidades en Suecia y actualmente está probando un nuevo enfoque para la energía inteligente. En el distrito universitario de Umeå, está experimentando una nueva tecnología de equilibrado de picos de potencia en el sistema de calefacción de distrito mediante la conexión de sensores y termómetros avanzados a un sistema central de gestión inteligente que controla la temperatura, o los niveles de energía térmica, en los edificios.

El sistema permite a Umeå precalentar edificios esencialmente cuando sea necesario y apagar la energía térmica de los edificios durante las horas pico. Al integrar previsiones meteorológicas en el sistema inteligente, y precalentar en consecuencia, la demanda de energía se vuelve mucho más estable. Se espera que el sistema inteligente de gestión de la carga máxima ahorre hasta un 10% de energía y recorte los picos, con alrededor del 15-50% de uso de energía térmica máxima en los edificios en los que se implementa.

Haciendo que la energía de distrito sea accesible para todos

A pesar de sus numerosos beneficios potenciales, el despliegue de redes urbanas de calor y frío, así como su modernización, requiere procesos de planificación muy complejos y a menudo largos. Incluso para los planificadores experimentados, la selección y evaluación de la red futura, el suministro y la construcción de conexiones y sus implicaciones financieras, técnicas, de infraestructura y ambientales es una tarea que requiere mucho tiempo y recursos. Los costes iniciales de inversión y la falta de datos y capacidad en muchos municipios son otro aspecto que dificulta el despliegue de estas redes de distrito.

Para esto, han surgido nuevas herramientas de planificación de redes de calor y frío, que permiten a las ciudades explorar los posibles beneficios energéticos y climáticos de la implementación de redes térmicas.

Un ejemplo de ello es el *software* de planificación energética THERMOS, accesible a través de navegadores web, para que los planificadores energéticos locales identifiquen las opciones óptimas de red de calefacción o refrigeración para sus vecindarios. El *software* proporciona a las autoridades locales un mapeo instantáneo de alta resolución y nivel de



be able to both add to, and use, the heating or cooling in the existing smart grid.

Smarter use to prevent peak shaving

Another RUGGEDISED project partner and one of seventeen large smart city projects funded by the EU Commission's Horizon 2020 programme, is the Swedish city of Umeå. The city has a well-established DHC system, but is working at a rapid pace to achieve a climate-neutral energy system by 2030. This goal fits well with the city being a signatory to the Covenant of Mayors, as it has developed a comprehensive SECAP that combines low carbon and energy efficiency measures in its existing DHC system, along with the active participation of its climate-aware citizens.

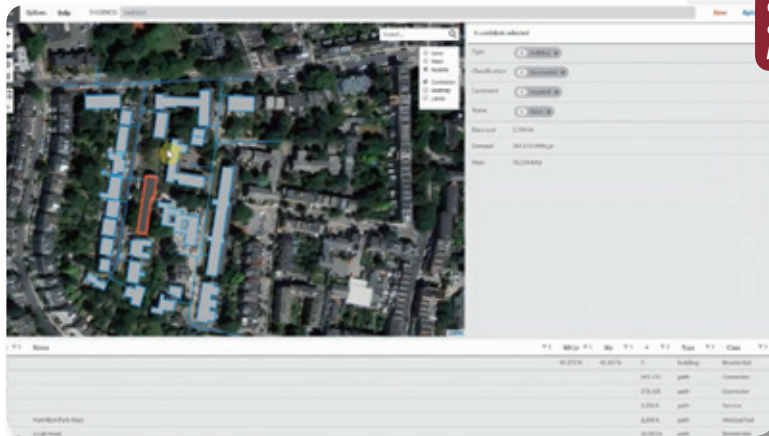
To achieve this ambition, the RUGGEDISED project in Umeå is working on several easily replicable solutions for any city hoping to 'smartify' their energy system, whether it provides cooling or heating. The partner Akademiska Hus (Academic Houses) owns and operates more than 3 million square meters of college and university facilities in Sweden and is currently testing a new approach to smart energy. In Umeå's University District a new technology is experimenting with balancing power peaks in the district heating system by linking advanced sensors and thermometers to a central smart management system controlling the temperature - or thermal energy levels - in buildings.

The system allows Umeå to essentially preheat buildings when needed and turn off thermal energy for buildings during peak hours. By integrating weather forecasts into the smart system - and preheat accordingly - the energy demand becomes much more stable. The smart peak load management system is expected to save up to 10% of energy and shave peaks, with around 15-50% in peak heat power usage in the buildings in which it is implemented.

Making district energy accessible to all

Despite their numerous potential benefits, the deployment of DHC networks, as well as their modernisation, requires very complex and often lengthy planning processes. Even for experienced planners, the screening and evaluation of the future network, supply and building connections and their financial, technical, infrastructural and environmental implications is a time- and resource-intensive task. The upfront investment costs and the lack of data and capacity in many municipalities are another aspect hampering the roll-out of DHC networks.

For this, new DHC planning tools have emerged, allowing cities to explore the potential energy and climate benefits of



Captura de pantalla de la interfaz THERMOS software de planificación energética (Foto cortesía de ICLEI Europe) | Screenshot of the energy planning software THERMOS interface (Photo courtesy of ICLEI Europe)

dirección, utilizando OpenStreetMap y estimaciones de demanda energética incorporadas. Con esto, las ciudades pueden identificar nuevas fuentes de calefacción y refrigeración, así como los puntos de demanda de calefacción que pueden suministrarse localmente. Esta herramienta en línea de código abierto también se ha desarrollado en el marco del proyecto de investigación e innovación THERMOS financiado por Horizon2020 financiado por la UE.

En resumen, las ciudades tienen una amplia gama de oportunidades para beneficiarse de los sistemas inteligentes de energía térmica. Desde la identificación del exceso de calor local hasta la comprensión de la demanda, las diferentes herramientas y soluciones de ciudades inteligentes permiten a las ciudades proporcionar energía más limpia a los ciudadanos a un coste menor.

Junto con el potencial para sistemas y procesos optimizados promovidos por los marcos de ciudades inteligentes, las soluciones desarrolladas por estos proyectos europeos podrían permitir a las autoridades locales de todo el mundo aprovechar el potencial de calefacción y refrigeración de distrito en sus países. Lograr la transición energética es vital para alcanzar el objetivo de 1,5 °C definido por el Acuerdo de París. Sin embargo, también es esencial mejorar la resiliencia de la infraestructura energética local y generar beneficios para los ciudadanos en términos de costes, fiabilidad del suministro y mejor calidad del aire. La transición térmica sostenible está en marcha, con lecciones aprendidas gracias a proyectos replicables como RUGGEDISED o herramientas como THERMOS. Ahora depende de los planificadores energéticos del mundo desarrollar estos esfuerzos.

Los dos proyectos presentados en este artículo estarán presentes en la novena Conferencia Europea sobre Ciudades y Pueblos, del 30 de septiembre al 2 de octubre de 2020.

implementing thermal grids. One such example is the THERMOS energy planning software, accessible via web browsers, for local energy planners to identify the optimal heating or cooling network options for their neighbourhoods. The software provides local authorities with instant high-resolution, address-level mapping, using OpenStreetMap and built-in energy demand estimates. With this, cities can identify new heating and cooling sources, as well as points of heating demand that can be supplied locally. This open-source, online tool has also been developed within

the framework of the EU Horizon2020-funded THERMOS research and innovation project.

In short, cities have a wide range of opportunities to benefit from smart thermal energy systems. From identifying local excess heat to understanding demand, different smart city tools and solutions, allow cities to provide cleaner energy to citizens at a lower cost.

In conjunction with the potential for optimised systems and processes promoted by smart city frameworks, the solutions developed by these European projects could enable local authorities from across the world to seize the potential of DHC in their countries. Achieving the energy transition is vital in order to achieve the 1.5°C target defined by the Paris Agreement. However, it is also essential to improve the resilience of the local energy infrastructure, and generate benefits for citizens in terms of costs, the reliability of supply and improved air quality. The sustainable thermal transition is well under-way, with lessons having been learned thanks to replicable projects like RUGGEDISED or tools such as THERMOS. It is now up to the energy planners of the world to build on these efforts.

Both projects discussed in this article will be present at the 9th European Conference on Cities & Towns, from 30 September to 2 October 2020.



Daniela Torres

ICLEI Europa
ICLEI Europe

Las primeras generaciones de redes urbanas de calefacción y refrigeración | The first generations of DHC networks

1ª generación: la energía se genera en grandes centrales industriales que producen energía térmica en forma de vapor a temperaturas de hasta 300 °C. Todavía se usa en ciudades importantes como París, Cracovia y Nueva York. | **1st generation:** Power is generated in large industrial power plants to produce thermal energy in the form of steam at temperatures of up to 300°C. Still used in major cities such as Paris, Krakow and New York.

2ª generación: las plantas de cogeneración o el calor residual de sitios industriales producen energía térmica, que se suministra a unos 100 °C. La temperatura más baja resulta en menos pérdidas de energía en comparación con la primera generación. | **2nd generation:** CHP plants or waste heat from industrial sites produce thermal energy, which is supplied at around 100°C. The lower temperature results in less energy loss compared to the first generation.

3ª generación: desde 1980, todos los sistemas de calefacción urbana han sido fuertemente aislados e instalados bajo tierra. Estos sistemas pueden producir energía térmica muy por debajo de los 100 °C. | **3rd Generation:** Since 1980, entire district heating systems have been heavily insulated and installed underground. These systems can produce thermal energy well below 100°C.

Thorsen, J.E., Lund, H. y Mathiesen, B.V. (2018). "Progresión de la calefacción urbana - 1ª a 4ª generación"
Thorsen, J. E., Lund, H. & Mathiesen, B. V. (2018). "Progression of District Heating – 1st to 4th generation"