

# GESTIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE EN LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

EL PRINCIPAL OBJETIVO DEL PROYECTO OPERE ES IMPLANTAR SISTEMAS DE GESTIÓN EFICIENTE EN REDES ENERGÉTICAS EN UNA PLANTA PILOTO QUE CONSTITUYE UN COMPLEJO DE EDIFICIOS UBICADO EN EL CAMPUS VIDA EN LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA. SE TRATA DE UN PROYECTO DEMOSTRATIVO QUE PROPORCIONARÁ UNOS RESULTADOS CUANTITATIVOS DE REDUCCIÓN DE CONSUMOS Y REDUCCIÓN DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS MEDIDAS IMPLANTADAS, QUE PODRÁN EMPLEARSE COMO MODELO DE APLICACIÓN EN OTROS EDIFICIOS DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS TANTO DE LA PROPIA UNIVERSIDAD COMO DE OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS.

Las Universidades hoy en día constan de grandes edificios, en muchos casos antiguos, que se han sometido a modificaciones o ampliaciones a lo largo de los años y que pueden tener asociados consumos energéticos muy elevados. La Rehabilitación energética en Complejos de Edificios supone un gran reto y también una necesidad, para por un lado reducir los elevados consumos y, por otro lado, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Universidad de Santiago de Compostela (USC), con el fin de abordar los problemas energéticos existentes en muchos de sus edificios, pone en marcha a finales de los años 90 un Plan de Optimización Energética (POE) en el que se persigue, entre otros objetivos, una racionalización del gasto energético dentro de la Universidad y una reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero como respuesta a las políticas medioambientales implantadas desde hace unos años en la Unión Europea.

A raíz de la implantación del POE se instauró un nuevo enfoque en la gestión energética y en el mantenimiento de las infraestructuras con el objeto de gestionar de forma global y racional el uso de recursos lo que ha permitido el desarrollo de actuaciones encaminadas a la mejora de la eficiencia energética en la Universidad.

## Gestión eficiente de redes energéticas

Como continuación a las medidas que se venían desarrollando, la USC lidera el Proyecto OPERE sobre Gestión Eficiente de Redes Energéticas, que cuenta con financiación europea a través del Programa Life+, en colaboración con el Centro EnergyLab como socio tecnológico para el mismo.

El principal objetivo del proyecto OPERE es implantar sistemas de gestión eficiente en redes energéticas en una planta piloto que



# EFFICIENT ENERGY MANAGEMENT AT THE UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

THE MAIN OBJECTIVE OF THE OPERE PROJECT IS TO IMPLEMENT EFFICIENT MANAGEMENT SYSTEMS IN ENERGY GRIDS IN A PILOT PLANT CONSISTING OF A BUILDINGS COMPLEX LOCATED ON THE CAMPUS VIDA AT THE UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA. IT INVOLVES A DEMO PROJECT THAT WILL PROVIDE QUANTITATIVE RESULTS ON REDUCED CONSUMPTION AND A REDUCTION IN THE EMISSION OF POLLUTANT GASES ASSOCIATED WITH THE MEASURES IMPLEMENTED. THESE RESULTS COULD BE USED AS A MODEL TO BE APPLIED TO OTHER BUILDINGS WITH SIMILAR CHARACTERISTICS BOTH AT THE UNIVERSITY ITSELF AND AT OTHER PUBLIC AND PRIVATE INSTITUTIONS.

Universities today consist of large, and in many cases, old buildings that have been subject to modifications or extensions over the years and that can have a very high level of associated energy consumption. The energy refurbishment of Buildings Complexes represents a huge challenge and also a need to reduce both high levels of consumption and greenhouse gas emissions.

At the end of the 1990s, with the aim of tackling the energy problems existing in many of its buildings, the Universidad de Santiago de Compostela (USC) launched an Energy Optimisation Programme (EOP) through which they seek, among other objectives, rationalisation of energy expenditure within the University and a reduction in the emission of greenhouse gases in response to the environmental policies implemented by the European Union some years ago.

In view of the implementation of the EOP, a new approach to energy management and infrastructures maintenance was established with the aim of globally and rationally managing the resources that have allowed actions to be developed leading to improved energy efficiency at the University.

## Efficient management of energy grids

To follow up on the measures that have been developed, the USC is heading up the OPERE Project on the Efficient Management of Energy Grids, a project that enjoys European funding through the Life+ Programme in collaboration with its technological partner, the EnergyLab Centre.

The main aim of the OPERE Project is to implement efficient management systems in energy grids via a pilot plant that is made up of a complex of buildings situated on the Campus Vida of the USC called Monte da Condesa. It involves a demo project that will provide the University with certain quantitative results regarding the reduction in both consumption and the emission of pollutant gases associated with the measures implemented. These results could be used as a model to be applied to other buildings with similar characteristics both at the University itself and at other public and private institutions.

One of the main challenges and attractions of the Monte da Condesa complex is the variety of uses found in its buildings. These include the halls of residence, teaching rooms, offices, laboratories, university dining room and cafeteria. The general consumption of the building, expressed in terms of final energy used, amounts to 5,747 MWh, distributed as follows (2013 data):

- Electricity: 1,761 MWh – 30%.
- Diesel: 1,796.4 MWh – 31%.
- Natural Gas: 2,190.4 MWh – 38%.

constituye un complejo de edificios ubicado en el Campus Vida de la USC, el Monte da Condesa.

Se trata de un proyecto demostrativo que proporcionará a la Universidad unos resultados cuantitativos de reducción de consumos y reducción de emisión de gases contaminantes asociados a las medidas implantadas, que podrán emplearse como modelo de aplicación en otros edificios de similares características tanto de la propia universidad como de otras instituciones públicas o privadas.

Uno de los principales retos y atractivos del complejo Monte da Condesa es la variedad de usos que encontramos en sus edificios: residencia universitaria, aulas docentes, despachos, laboratorios, comedor universitario, cafetería, entre otros. El consumo general del edificio, expresado en términos de energía final, asciende a 5.747 MWh, que se distribuyen de la siguiente manera (datos 2013):

- Electricidad: 1.761 MWh – 30%.
- Gasóleo: 1.796,4 MWh – 31%.
- Gas Natural: 2.190,4 MWh – 38%.

En cuanto a las instalaciones de generación térmica para calefacción y generación de agua caliente sanitaria, estas son de tipo centralizado, disponiéndose de una única sala de instalaciones para todo el complejo. La generación térmica se lleva a cabo mediante calderas de gasóleo y mediante una instalación de cogeneración ubicada en una sala anexa.

La cogeneración emplea un ciclo simple con un motogenerador a gas, para una potencia eléctrica total de 300 kW y una potencia térmica máxima aprovechable de 319 kW. El calor disponible en el circuito de alta temperatura del motor se emplea para generar agua caliente a través de un intercambiador agua-agua, la cual se utiliza para la generación de agua caliente para calefacción y agua caliente sanitaria en el complejo Monte da Condesa.

Además se realiza un aprovechamiento de los gases de escape del motogenerador mediante un sistema recuperador con el mismo fin.

Además de la cogeneración, cada uno de los edificios dispone de un grupo de calderas de agua caliente, que suministra agua caliente para calefacción y ACS cuando la potencia cogenerada no es suficiente. De este modo, además de la cogeneración, se distinguen 5 circuitos independientes para calefacción y ACS, con una potencia total instalada de 2,9 MW.

Mediante la implantación del proyecto se espera obtener un sistema de gestión de redes energéticas modular y fácilmente replicable en otros centros de similares características. La reducción estimada del consumo energético será de un 30% y la reducción de las emisiones contaminantes generadas debido a dichos consumos se estima en un 35%. Asimismo se espera obtener un ahorro económico del 35% a partir del cual se podrá calcular el retorno de la inversión realizada para el proyecto.

La consecución de estos resultados se conseguirá con la realización de las siguientes tareas:

Realización de Auditorías energéticas en los edificios incluidos en el proyecto: auditorías térmicas, auditorías eléctricas y de uso y ocupación de los edificios.

Realización de simulaciones energéticas y de impacto medioambiental así como ensayos de campo. Esta actividad tiene como



As regards the centralised thermal generation installations for heating and DHW, there is one single equipment room for the entire complex. Thermal generation is carried out through diesel boilers and by means of a CHP facility located in an adjoining room.

The CHP uses a simple cycle with a gas-powered motor-generator providing a total electric capacity of 300 kW and a maximum useable thermal capacity of 319 kW. The heat available in the motor's high temperature circuit is used to generate hot water through a water-water exchanger. This is used for the generation of hot water for heating and DHW in the Monte da Condesa complex. In addition, the exhaust gases from the motor-generator are made use of through a recovery system designed for that purpose.

In addition to CHP, each building offers a group of hot water boilers that supply hot water for heating and DHW when the cogenerated capacity is insufficient. As a result, apart from CHP, 5 independent circuits can be identified for heating and DHW, with a total installed capacity of 2.9 MW.

The implementation of this project hopes to achieve a modular energy grid management system that can be easily replicated at other centres with similar features. The estimated reduction in energy consumption will be 30% and the reduction in the pollutant emissions generated as a result of such consumption is estimated to be 35%. Similarly, a 35% economic saving is expected to be obtained, providing a basis on which to calculate the return on the investment made for the project.

To achieve these results, the following tasks have to be carried out:

Undertaking energy audits of the buildings included in the project: thermal audits, electric audits and the use and occupation of the buildings.

Undertaking energy and environmental impact simulations as well as field tests. This activity aims to obtain an optimal combination of activities to be implemented so that the data collated leads to a selection of the energy efficiency measures to be deployed.

Definition of the system architecture to manage energy grids in addition to the monitoring system for the supervision, analysis and assessment of the project.

Implementation of energy efficiency measures for both the monitoring system and the energy management system.

objetivo obtener una combinación óptima de actuaciones a implementar de forma que los datos obtenidos permitan hacer una elección de las medidas de eficiencia energética a implantar.

Definición de la arquitectura del sistema de gestión de redes energéticas, así como del sistema de monitorización para el seguimiento, análisis y evaluación del proyecto.



Implantación de las medidas de eficiencia energética, del sistema de monitorización y del sistema de gestión energética.

Análisis de funcionamiento y obtención de resultados y conclusiones. Éstas comprenderán, entre otras, las correspondientes comparativas medioambientales, técnicas y económicas respecto a la situación inicial existente. Estos resultados permitirán hacer una extrapolación del proyecto como solución de eficiencia energética y sostenibilidad para otros centros similares con grandes consumos energéticos.

### Estado del Proyecto

Las primeras actuaciones del proyecto, que trataban de realizar una auditoría energética en los edificios del proyecto piloto, ya han sido ejecutadas e implicaron las siguientes tareas.

Primero se realizó una caracterización de las instalaciones, que implicó un análisis de la situación de partida mediante la revisión exhaustiva de toda la información documental disponible sobre la sectorización de las infraestructuras eléctricas y de climatización del edificio para posteriormente justificar en campo mediante inspecciones técnicas el estado actual de las instalaciones y las modificaciones realizadas sobre la documentación original disponible a partir de la sectorización de los distintos centros.

Asimismo se realizó una caracterización de los usos y los usuarios, mediante una serie de entrevistas y encuestas al personal involucrado en el funcionamiento del edificio con responsabilidad en los servicios de climatización, iluminación u otras fuentes de consumo como bedeles y personal de mantenimiento junto con el alumnado y residentes del complejo residencial para analizar hábitos y pautas de comportamiento lo que permitió identificar: los usos principales de los espacios de cada servicio, usos de las instalaciones, áreas desaprovechadas, costumbres de los usuarios con impacto negativo en los consumos e identificar fallos en la gestión de los servicios de climatización, iluminación u otras fuentes de consumo en cada uno de los centros.

Finalmente, se realizó la caracterización del complejo en la que se identificaron las principales tipologías constructivas del campus universitario y se realizó un estudio del nivel de aislamiento en cada una de las sectorizaciones de los distintos centros, permitiendo valorizar las pérdidas por cerramiento. Junto con esta valorización de las pérdidas por cerramientos exteriores se realizó un chequeo térmico mediante cámara termográfica de aquellas zonas más sensibles de generar pérdidas energéticas por el estado actual de sus aislamientos y el envejecimiento de las infraestructuras.

Tras la ejecución de estos trabajos y con el objeto de analizar el potencial de ahorro energético de diferentes medidas de ahorro ener-

Operational analysis and the achievement of results and conclusions. Among others these include the corresponding environmental, technical and economic comparisons as regards the existing initial situation. These results lead to an extrapolation of the project that will serve as a solution for energy efficiency and sustainability for other similar centres that have high levels of energy consumption.

### Project status

The first activities carried out under this project, involving the performance of an energy audit of the buildings forming part of the pilot project, have already been executed and consisted of the following tasks:

First, a characterisation of the facilities was carried out, involving an analysis of the initial situation by undertaking an exhaustive review of all the available documented information on the sectorisation of the electric and temperature control infrastructures of the building for their subsequent verification in the field. This involved technical inspections of the current status of the installations and the modifications undertaken vis-à-vis the original documentation available based on the sectorisation of the different centres.

Similarly a characterisation was carried out of both usages and the users themselves, by means of a series of interviews and surveys with the personnel involved in the operation of the building responsible for services including temperature control, lighting and other sources of consumption such as caretakers and maintenance staff together with the student body and residents of the residential complex to analyse habits and behavioural patterns. This enabled the identification of: the principle uses of the areas of each service, the use made of the facilities, wasted spaces, and the habits of users that have a negative impact on consumption in addition to the identification of faults in the management of the temperature control, lighting services and other sources of consumption at each of the centres.

Finally, a characterisation was carried out of the complex in which the main constructive typologies of the university campus were identified. A study was undertaken to analyse the insulation level of each of the sectors at the different centres, resulting in an assessment of losses by enclosure. Together with this evaluation regarding losses from external enclosures, thermal verification using a thermographic camera was performed on those areas that were most sensitive to the generation of energy losses as a result of the current condition of the insulation and the age of the infrastructures.

Having executed these tasks and with the aim of analysing the potential energy saving using different energy-saving measures, an energy model of the building and its power generation systems was developed.

The process comprised the initial construction of a geometric model of each of the blocks making up the building with the subsequent definition of the composition of the external enclosures (walls and glazing), land, boundaries, shaded areas,



gético se desarrolló un modelo energético del edificio y sus sistemas generadores térmicos.

El procedimiento ha consistido en construir primeramente un modelo geométrico de cada uno de los bloques en los que se compone el edificio, para posteriormente definir la composición de los cerramientos exteriores (muros y acristalamientos), terreno, adyacencias, elementos de sombra, entre otros elementos particulares.

Posteriormente, y para cada una de las zonas, se han definido las diferentes ganancias internas determinadas por sus diferentes horarios de uso, así como las cargas derivadas de su diferente ocupación, cargas de iluminación, infiltraciones, etc.

Por último, se han definido de manera detallada los circuitos de generación térmica tanto para calefacción como para ACS. Una vez completado el modelo se han realizado diferentes simulaciones horarias del año completo de funcionamiento del edificio.

Se han comparado los resultados de las simulaciones con los datos disponibles sobre el consumo real del edificio, para realizar los ajustes necesarios en la simulación, con el objeto de conseguir un modelo calibrado, que permita establecer una línea base de referencia sobre la que calcular el potencial energético de las diferentes medidas de ahorro que se proponen dentro del proyecto OPERE. Entre otras, se estudiarán las siguientes:

- Cambio de combustible en las calderas y modificación de los circuitos térmicos en la sala de calderas.
- Mejora de los cerramientos exteriores y acristalamientos del edificio.
- Sustitución de luminarias por otras más eficientes.
- Optimización de los horarios de la cogeneración.
- Mejora de los sistemas de monitorización.
- Etc.

Actualmente, el proyecto se encuentra en la fase de recopilación de resultados de las diferentes simulaciones energéticas.

among other specific components. After this, and for each of the areas, the different internal gains were defined determined via their varied hours of use, in addition to the loads arising from their different occupancy, lighting loads, infiltrations, etc. Lastly, a detailed analysis of thermal generation circuits for both heating and DHW was carried out. Once the model was completed, different simulations were carried out over one full year of operation of the building.

The results of the simulations have been compared using the data available regarding the real consumption of the building, to carry out necessary adjustments to the simulation, with the aim of achieving a calibrated model that allows a base reference line to be established on which the energy potential of the different savings measures proposed within the OPERE project can be calculated. Among others, the following were studied:

- Change of fuel for the boilers and modification of the thermal circuits in the boiler room.
- Improved external enclosures and windows.
- Replacement of luminaires with others that are more efficient.
- Optimisation of CHP hours.
- Improved monitoring systems.
- Etc.

The project's current phase involves compiling the results of the different energy simulations.

**Proyecto Demostrativo de Eficiencia Energética en edificios terciarios utilizando redes inteligentes**  
**Programa Life + Política de Medioambiente y Gobernanza**

Duración del proyecto: 42 meses (Julio 2013-Diciembre 2016)  
 Presupuesto total: 1.190.479 €  
 Socios: Universidad de Santiago de Compostela (líder) y EnergyLab

[www.life-opere.org](http://www.life-opere.org)  
 Contacto: [Info@life-opere.org](mailto:Info@life-opere.org)