



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**Análisis y modelado de una
instalación geotérmica para
climatización de un conjunto de
oficinas**

RESUMEN

Autor:

Félix Ruiz Calvo

Directores:

Dr. D. José Miguel Corberán Salvador

Dra. D^a. Carla Isabel Montagud Montalvá

Julio de 2015

Resumen

De entre las energías renovables actualmente disponibles, la energía geotérmica resulta ser una de las más eficientes en su uso para la climatización de espacios. Es por esto que en los últimos años se han extendido las instalaciones de climatización con bomba de calor acoplada al terreno. En el diseño, el estudio y la optimización de este tipo de instalaciones se utilizan modelos con mayor o menor nivel de detalle que permiten predecir el comportamiento del sistema dentro de unos requerimientos mínimos específicos de la aplicación en concreto.

La instalación objeto de estudio de la presente tesis se encuentra situada en la Universitat Politècnica de València. Dicha instalación fue diseñada y construida en el año 2004 en el marco de un proyecto europeo del V Programa Marco con título GeoCool y ha sido objeto de numerosos estudios y mejoras progresivas de su diseño desde entonces. A lo largo de esta memoria se presenta el trabajo de desarrollo de un modelo global detallado de esta instalación así como su validación con datos experimentales. El objetivo perseguido es el de obtener un modelo capaz de predecir correctamente el comportamiento dinámico y estático de la instalación, tanto a corto como a largo plazo.

Previo al desarrollo del modelo en sí, es necesario estudiar el comportamiento de la instalación experimental. Para ello, se presenta, en primer lugar, una descripción del sistema y de todos sus componentes, y se determinan los parámetros característicos de su funcionamiento los cuales posteriormente se trasladarán al modelo de la instalación. Además de una descripción detallada del sistema, se realiza un análisis de su funcionamiento a lo largo de varios años (del año 2008 al 2012). Para este análisis se han tenido en cuenta diversos parámetros característicos del comportamiento energético del sistema, obtenidos a partir de las medidas experimentales registradas en el funcionamiento habitual de la instalación, tales como las temperaturas medias del agua en diversos puntos del sistema, la demanda térmica del edificio, el factor de carga parcial o los factores de rendimiento diario y estacional. Uno de los objetivos de esta tesis es precisamente el estudio y análisis de estos parámetros, por lo que se han detallado las fórmulas y el procedimiento de cálculo utilizado para su obtención, que en algunos casos puede presentar una gran complejidad en el manejo y tratamiento de los datos experimentales.

A partir del estudio de la evolución a corto plazo de las variables representativas del funcionamiento de la instalación, se identifican las principales características del comportamiento dinámico del sistema, que se intentarán

reproducir con el modelo desarrollado. Por su parte, el estudio de los parámetros característicos del funcionamiento a lo largo de varios años se realiza teniendo en cuenta los valores correspondientes a promedios mensuales. En este análisis se identifican también las tendencias características del comportamiento del sistema a largo plazo, que posteriormente el modelo global de la instalación deberá ser capaz de reproducir.

El modelo global se ha desarrollado utilizando la herramienta TRNSYS. Para ello se ha seguido una estrategia de incorporación progresiva de componentes: primero se ha programado el modelo del edificio para obtener un perfil de demanda térmica adecuado al año de estudio; posteriormente se han ido añadiendo sucesivamente las unidades terminales o *fancoils*, los componentes del circuito interno (circuito hidráulico acoplado al edificio), la bomba de calor y los componentes del circuito externo (circuito hidráulico acoplado al intercambiador enterrado). En cada paso se asegura un correcto ajuste del modelo mediante su validación con datos experimentales, lo cual permite identificar y aislar los efectos de cada componente sobre los resultados finales. Al incluir el intercambiador enterrado en el modelo global, queda patente la necesidad de un nuevo modelo de intercambiador enterrado capaz de reproducir el comportamiento tanto dinámico como estático de la temperatura del agua a la salida del mismo.

Así pues, como último punto de la tesis, se ha desarrollado un modelo de intercambiador enterrado, basado en la combinación de dos modelos distintos: el modelo *g-function* para tener en cuenta el comportamiento a largo plazo de la temperatura del terreno y el modelo B2G, desarrollado específicamente para esta aplicación, que permite reproducir la evolución de la temperatura del agua a la salida del intercambiador durante un cierto periodo de tiempo (10-15 horas), coincidente con el periodo de funcionamiento diario de la instalación. Este modelo de intercambiador enterrado ha sido debidamente validado con datos experimentales pertenecientes a dos intercambiadores distintos y, posteriormente, se ha incluido en el modelo global de la instalación.

El modelo global de la instalación desarrollado de esta forma consigue reproducir con precisión los resultados experimentales del funcionamiento del sistema tanto a corto como a largo plazo, incluso después de aplicar las mismas modificaciones que se han ido aplicando a la instalación experimental a lo largo de los años, y resulta ser, por tanto, una herramienta útil para el desarrollo de futuras estrategias de optimización energética, con la consiguiente programación de algoritmos de control en el sistema.