

# COMPARATIVA ENTRE LA COGENERACIÓN Y LA ENERGÍA SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE ACS.

**Autor: Domínguez Rodríguez, Francisco Javier.**

Director: Cledera Castro, María del Mar; Linares Hurtado, José Ignacio.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia de Comillas.

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) exige a las viviendas nuevas o que se vayan a rehabilitar un porcentaje mínimo de cobertura solar en la preparación de ACS. Este porcentaje se puede cubrir con otras energías renovables o de alta eficiencia como por ejemplo la cogeneración. El presente proyecto pretende analizar sus cualidades y luego comparar estas dos posibilidades para determinar cuál de las dos es la más adecuada atendiendo a la zona de España en que se vaya a instalar, al número de personas, etc.

Como consecuencia de la metodología se crea una aplicación informática para cada tecnología a modo de interfaz entre el propio código fuente y el usuario que permita el diseño a cualquier persona. Esta herramienta tiene todos los datos climatológicos de España y cambiando varios parámetros permite analizar cualquier alternativa. De esta manera se sistematiza cualquier cálculo necesario, desde la demanda hasta el volumen de almacenamiento.

El estudio de cada tecnología incluye la cobertura anual, el ahorro de energía primaria respecto a un sistema sin ningún tipo de apoyo, el sistema de aporte de energía ya sea el motor de micro-cogeneración o el número de colectores solares, las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> evitadas y todo el análisis de viabilidad económica, haciendo especial atención en la inversión necesaria por vivienda y en los índices económicos típicos que son: el VAN, la TIR y el periodo de retorno.

El método seguido para desarrollar el estudio pasa por obtener la información necesaria, que incluye el Real Decreto 661/2007, el CTE y el método de cálculo de instalaciones solares térmicas F-Chart. A continuación se estudia la demanda de agua y posteriormente se realizan los modelos para cada tecnología a fin de poder comparar tras haber obtenido los resultados en distintos escenarios.

A continuación se explica el uso de cada documento:

- RD 661/2007, que se encarga de la regulación de la producción de energía eléctrica en régimen especial aplicable a la cogeneración en el dimensionado y la retribución económica en la venta de la electricidad producida.
- CTE, donde aparecen las temperaturas de uso y almacenamiento, se dan las estimaciones de los consumos de agua y se determinan las exigencias mínimas de cobertura solar en función del consumo y de la zona climática donde se desea instalar el sistema.
- El proceso de cálculo F-Chart, aconsejado en el IDAE para el dimensionado de sistemas solares, se basa en datos mensuales meteorológicos medios y relaciones obtenidas de manera experimental. Este método está ampliamente aceptado como un proceso de cálculo suficientemente exacto para el dimensionado de este tipo de instalaciones.

Las localizaciones seleccionadas son La Coruña, Barcelona, Zamora, Madrid y Sevilla que representan una de las ciudades importantes de cada una de las cinco zonas climáticas en las que el CTE divide a España según la irradiación solar anual. En estas ciudades se estudian tres escenarios que son: la micro-cogeneración que se diseña para conseguir la mayor eficiencia energética y la solar en dos situaciones, cubriendo la fracción solar mínima y aportando el máximo posible; en todos estos casos el número de viviendas elegido es el mínimo para poder instalar cogeneración: 85.

Otro estudio analiza la evolución de todos los índices conforme aumentamos el número de viviendas y finalmente se realiza un estudio de sensibilidad al cambiar las hipótesis de la inflación y la subida de precio de combustibles.

Además de los casos que se comentan, se realiza una simulación del sistema solar para un edificio de 85 viviendas en Madrid, durante una semana de cada estación del año, para ver la evolución del sistema de acumulación.

Los resultados obtenidos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Tasas de rentabilidad de la cogeneración en torno al 17% frente a un máximo de 8% en solar. A pesar de disponer de una tarifa eléctrica superior esta no es excesiva y se podría reducir hasta 100€/MWh para obtener la misma TIR que con la energía solar térmica.
- Inversiones de 200€/vivienda para coberturas del 90% en micro-cogeneración frente a más de 700€/vivienda para coberturas del 60% en energía solar térmica.
- Periodos de retorno del 50 y 60% de la vida útil del proyecto para cogeneración y solar respectivamente, lo que supone entre 5 y 15 años.
- Siempre resulta más rentable, en el diseño del sistema solar, ceñirse a la cobertura mínima.
- La cogeneración exige no más de 3 ó 4 m<sup>2</sup> para el motor y el volumen de acumulación es igual que el de un edificio convencional. La solar, en cambio requiere un volumen 3 veces mayor y mucha superficie.
- El ahorro de energía primaria es muy superior en solar respecto a cogeneración, valores entre el 30 al 70% en comparación con valores del 17% dependiendo de la localidad, y por tanto de la cobertura. Obviamente también las emisiones evitadas son mucho mayores en solar.
- La tecnología de microcogeneración está afectada de economías de escala por lo que a mayor número de viviendas más rentable se hace frente a la solar que tiene una rentabilidad máxima fija. En ambos casos el aumento de los precios de combustibles supone un incremento en la rentabilidad.

Como conclusión final se extrae que siempre que no sea posible instalar micro-cogeneración, es decir siempre que la potencia eléctrica del motor sea menor de los 5,5kW, y esto ocurre hasta que no se supera las 80 u 85 viviendas, se debe optar por los paneles solares. En cualquier otro caso, la cogeneración es la opción más barata, rentable y además la que ofrece mayor cobertura independientemente de la zona climática, pero como contrapartida no es tan aconsejable para el medio ambiente ya que, aunque se ahorra energía primaria, se sigue emitiendo grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, que podrían ser anuladas si el motor se alimentase con biomasa (biogás o biodiesel).

# COMPARISON BETWEEN CHP AND SOLAR THERMAL ENERGY IN THE PRODUCTION OF DOMESTIC HOT WATER.

## SUMMARY

The new Technical Building Code demands to new buildings or to the ones that are going to be renovated a minimum percentage of solar coverage in the preparation of domestic hot water. This percentage can be covered with other renewable energies or with high efficiency technologies such as the combined heat and power systems (CHP). The main aim of this project is to analyze their qualities and to determine which is the most suitable depending on the geography, number of people, etc.

As a consequence of the followed methodology, an interface is created to allow anyone to design the systems. This tool contains all the data related to the weather in Spain. That means by changing some parameters it permits to analyze any alternative. In this way any calculation is systematized, from the demand of energy to the volume of the storage tank.

The study of each technology includes the annual coverage, the savings in primary energy, the characteristics of the system, it can be the engine for the CHP or the number of solar collectors, the annual CO<sub>2</sub> emissions avoided and a complete economic analysis, paying special attention to the investment per house, and to the economical rates such as the net present value, the payback and the profitability.

The procedure followed to develop this study, begins by obtaining all the necessary information, that includes the Royal Decree 661/2007, the Building Technical Code, and the calculation method to design solar thermal systems, F-Chart. Next, the demand of water is studied and later the models for each technology are created in order to compare the results in different scenarios.

Then the purpose of each document is explained:

- The RD 661/2007, regulates all the energy production that applies to CHP, in the design of the system and to economical remuneration in the sale of the energy produced.
- CTE, where the temperatures and the estimation of the water demand can be found. It also determines the minimum percentage that has to be covered depending on the consumption of water and on the location of the system.

- The calculation method, F-Chart, suggested by the IDAE for designing solar thermal systems, is based on monthly meteorological data and experimental correlations.

The cities chosen are: La Coruña, Barcelona, Zamora, Madrid y Sevilla, they represent each of the five climatic areas in which the CTE divides Spain according to the annual solar irradiation. In these cities three different scenarios are studied: the CHP, designed to obtain the highest efficiency and the solar system in two situations, the first one covering the minimum percentage and the other one designed to obtain the maximum. In all these cases the number of houses is 85 that correspond to the minimum number required to install CHP: 85.

Another study analyzes the evolution of all the economical rates as the number of houses increase and finally a sensitive study is made changing the hypothesis of inflation and the raise of fuel.

In addition to these cases, a 7 days simulation of the solar thermal system is made for a building of 85 houses in Madrid. This is done for each season of the year to visualize the evolution of the storage.

The results can be summarized in the following points:

- The profitability of the CHP is around 17% while the solar systems is 8% as a maximum. Despite the fact of having a special tariff, it is not excessive and it could drop until 100€/MWh to obtain the same profitability than a solar thermal system.
- The investment per house is 200€/pax for a 90% coverage CHP system compared to more than 700€/pax for solar and with just 60% of coverage.
- The payback goes from 50 to 60% of the Project life for CHP and solar respectively, that means between 5 and 15 years.
- It is always better to design the solar thermal system to cover the minimum percentage in terms of profitability.
- The required space for the engine of a CHP system is not more than 3 or 4 m<sup>2</sup> and the storage tank is as big as the one in a regular building. The solar thermal system need a tank 3 times bigger and a lot of room in the roof (more than 100m<sup>2</sup>)

- The savings in primary energy is much superior in the solar option, a range between 30 and 70% in comparison with a 17%, depending on the location. In the same way the emissions avoided are much more in solar.
- The CHP technology is affected by scale economy, therefore the more houses there are, the more profitable it is compared to the solar option that has a fixed profitability. In both cases, the raise in the fuel price increases the profitability of the technology.

To sum up, it can be said that when it is not possible to install a CHP system, because of the small power required (less than 5,5 kW), and that happens when the number of houses is less than 80 or 85, the only option is the solar thermal system. If this is not the case, the CHP is the cheapest, most profitable and is the one that offers the maximum coverage independently on the location. On the other hand it is not that advisable for the environment, because despite the fact that it saves primary energy, it keeps polluting, unless the it uses biofuel such as biodiesel or biogas.