

**CASOS PRÁCTICOS DE MICROCOGENERACIÓN
EN EL SUR DE ESPAÑA (PROVINCIA DE JAÉN).**

D9 - Micro CHP Case Study: “Cortijo Maravillas” (Spain)

Información general

La casa rural está ubicada en el término municipal de Beas de Segura (Jaén) perteneciente a la Comunidad Autónoma de Andalucía (España).

El Cortijo Maravillas es un alojamiento rural con interés turístico. Consta de 4 apartamentos iguales donde cada apartamento se distribuye en un salón, una cocina, dos dormitorios y un cuarto de baño (WC). En un dormitorio se distribuye en 2 camas individuales y el otro en una cama doble de matrimonio.



Planificación y selección de sistemas de micro-cogeneración (micro – CHP)

La planificación de micro sistemas de cogeneración incluye un análisis detallado del edificio, la demanda de energía y la evaluación de la oportunidad económica. La información requerida ha sido recopilada por la Agencia de Gestión Energética de la Provincia de Jaén, AGENER a través de un cuestionario detallado. El análisis de la demanda de energía ha sido realizado a través del programa informático “BHKW Plan”, un nuevo software creado para el estudio de micro CHP.

A continuación se detallan los datos empleados para el análisis:

Datos de partida		
Área total neta	300	m ²
Necesidades de agua caliente sanitaria	9,42	MWh/a
Demanda de energía eléctrica	21.902	kWh/a
Datos de climatología	Jaen, España Altura: 600 m	

La demanda de energía térmica total para calefacción y agua caliente sanitaria calculada es 29,6 MWh; la demanda máxima de calor es 27 kW. El micro CHP, seleccionado por la empresa GIESE, (3,3 – 5,5 kW_e / 6 – 10 kW_t) está diseñado para ese rango de operación. La producción total de energía eléctrica con el micro CHP se ha calculado para 14,9 MWh/año. La figura 1 muestra la cantidad de calor anual de la casa rural, una imagen del micro sistema de cogeneración seleccionado y la cantidad de calor generado por el mismo. El área que indica la generación de calor del micro CHP, está por encima de la curva de demanda de calor correspondiente al tiempo de almacenamiento en el tanque. Los tiempos de operación pueden ser prolongados considerablemente por el tanque de almacenamiento de agua caliente ya instalado. Alrededor del 38% de la demanda de energía térmica máxima es cubierta por el sistema de micro cogeneración seleccionado.

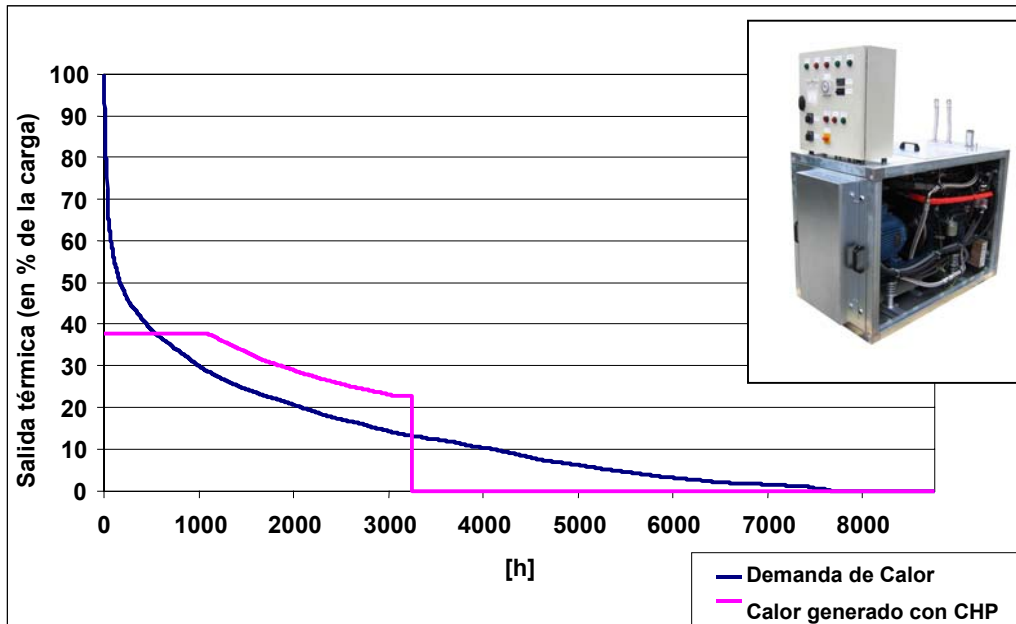


Figura 1: Curva de Demanda Anual de Calor (línea azul) y generación de calor con el sistema de micro CHP.

Fotografía: imagen del micro sistema de cogeneración seleccionado de la empresa GIESE.

Calculo de rentabilidad

En principio, el sistema de micro CHP está conectado a un sistema de calefacción central – incluido el sistema de distribución de calor – en caso de utilizar el modo de operación más eficiente. Además, los sistemas de calefacción central mejoran con este sistema de calefacción el confort en los alojamientos

rurales. Otra ventaja en este tipo de casos es que también supone una demanda de energía eléctrica menor que la indicada, por lo que la producción de calefacción eléctrica y la producción de agua caliente sanitaria será sustituida por energía térmica producida por unidades de micro CHP.

La evaluación económica está basada en el VDI 2067, e incluye una comparativa entre los micro sistemas de cogeneración y un sistema energético alternativo (también basado en combustibles ligeros como energía primaria). El sistema de micro CHP está formado por la unidad de micro CHP y una caldera. Como sistema de energía alternativo se ha seleccionado una caldera con una potencia térmica de 27 kW – los cálculos incluyen una caldera de baja temperatura de la empresa Viessmann. La comparativa se hace suponiendo la existencia de un sistema de distribución de calor. En la siguiente tabla se resumen los diferentes costes del sistema de micro CHP en comparación con una sistema alternativo.

Cálculo del beneficio		Sistema de Micro CHP	Sistema de Energía Alternativo
Costes de capital *)	[€/a]	1267,41	251,84
Costes de operación y mantenimiento	[€/a]	484,92	40,07
Costes de combustible	[€/a]	3863,72	2485,56
Costes totales	[€/a]	5616,06	2777,46
Impuesto de electricidad	[€/a]	-40,70	
Ingresos por venta de electricidad	[€/a]	625,93	
Energía de suministro eléctrico evitada	[€/a]	345,63	
Ingresos totales	[€/a]	930,86	
Coste neto	[€/a]	4685,19	2777,46
Costes específicos de generación de calor después de la venta de electricidad	[€/kWh(th)]	0,1583	0,0938

*) Para el sistema instalado y sus componentes (p.ej. depósito de acumulación, etc.) no se han calculado los costes de capital.

Aunque los sistemas de micro CHP muestran la viabilidad técnica, la parte económica del proyecto tiene ventajas en los sistemas de micro CHP. La situación de los diferentes costes y la rentabilidad total está representada en la figura 2.

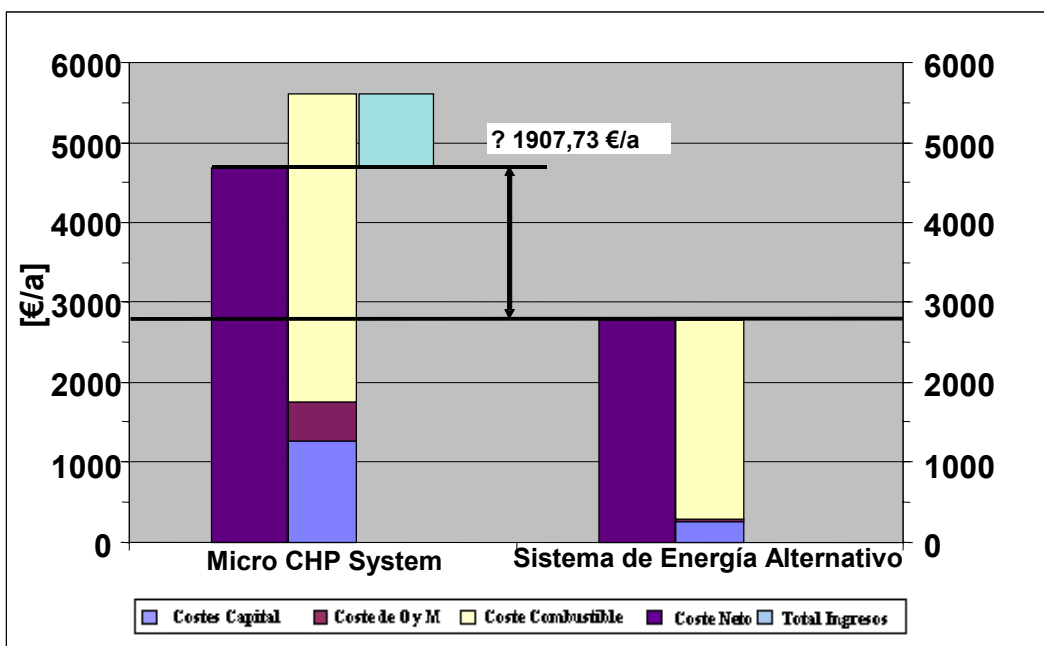


Figura 2: Cálculo de rentabilidad en del sistema de micro CHP en comparación con un sistema alternativo.

Eficiencia Económica

Se ha empleado un cálculo dinámico para calcular el periodo de retorno de la inversión. Para este propósito se crea un flujo de caja generado por el sistema de micro CHP. Los costes de combustible, de operación y de mantenimiento se han calculado como pagos del sistema de micro CHP. Los gastos de operación y mantenimiento del sistema alternativo, las facturas de energía eléctrica evitadas y los ingresos por venta de electricidad, menos los impuestos de electricidad se calculan como ingresos. El cash flow descontado y el periodo de retorno se alcanza cuando los descuentos acumulados en el flujo de caja sean iguales a la máxima inversión para el sistema de micro CHP.

Cálculo del periodo de retorno		
Inversión en el sistema de micro CHP	[€]	13563
Inversión en el sistema energético alternativo	[€]	3138
Máxima inversión	[€]	10424
Costes de O & M en micro CHP	[€/a]	-485
Costes de combustible en micro CHP	[€/a]	-3864
Costes de O & M en el sistema alternativo	[€/a]	40
Costes de combustible en el sistema alternativo	[€/a]	2486
Ingresos por venta de electricidad a la red	[€/a]	626
Suministro de energía eléctrica ahorrada	[€/a]	346
Impuestos de electricidad	[€/a]	-41
Cash flow	[€/a]	-892

Aunque los micro sistemas de CHP son técnicamente viables, la parte económica del proyecto no muestra resultados positivos en el periodo de retorno.

Conclusiones

La no existencia de sistemas de distribución en este proyecto es una limitación para la implantación de micro sistemas CHP. Además, los cálculos arrojan los resultados que se detallan a continuación. Debido a las condiciones climáticas en esta región, la demanda de calor para calefacción es baja, y la demanda de agua caliente también es baja, por esta razón se ha seleccionado un micro sistema de cogeneración a pequeña escala. No obstante, solamente se alcanzarán unas 3.200 horas de operación al año.

Suponiendo un sistema de distribución, la utilización de un sistema de micro CHP desde el punto de vista económico y comparado con un sistema convencional, no muestra buenos rendimientos si tomamos como base las condiciones que se enmarcan en este estudio. Las principales razones son:

- Baja demanda de calor, la demanda térmica y la situación de la energía eléctrica generada es también baja.
- Elevados precios del combustible.
- El precio de la energía eléctrica es bajo.
- El precio por kWh inyectado a la red eléctrica producido por el micro sistema de cogeneración es bajo.



Otra posibilidad para la el micro CHP sería un sistema de generación de electricidad, pero no se podría aplicar ya que la potencia eléctrica requerida es pequeña; además, el calor que es producido de manera simultánea en el micro CHP debe ser usado de manera eficiente debido a criterios de sostenibilidad. Otra posibilidad es la utilización durante los meses de verano del calor generado en el sistema para la generación de frío mediante sistemas de absorción, pero esta tecnología necesita más investigación y desarrollo para poder introducirla en el mercado.

D9 - Micro CHP Case Study: “El Cercadillo“ (Spain)

Información general

La casa rural está ubicada en el término municipal de Bédmar (Jaén) perteneciente a la Comunidad Autónoma de Andalucía (España).

El Cercadillo es un alojamiento rural con interés turístico. La Casa Rural El Cercadillo consta de un amplio salón con una cocina donde en la parte superior se dispone de tres dormitorios más 4 apartamentos donde cada una de ellas tiene dos alturas y se distribuye en un hall y una cocina y en 2 dormitorios. En total forman 10 habitaciones.



Planificación y selección de sistemas de micro-cogeneración (micro – CHP)

La planificación de micro sistemas de cogeneración incluye un análisis detallado del edificio, la demanda de energía y la evaluación de la oportunidad económica. La información requerida ha sido recopilada por la Agencia de Gestión Energética de la Provincia de Jaén, AGENER a través de un cuestionario detallado. El análisis de la demanda de energía ha sido realizado a través del programa informático “BHKW Plan”, un nuevo software creado para el estudio de micro CHP.

A continuación se detallan los datos empleados para el análisis:

Datos de partida		
Área total neta	250	m ²
Necesidades de agua caliente sanitaria	6,285	MWh/a
Demanda de energía eléctrica	18.250	kWh/a
Datos de climatología	Jaen, España Altura: 600 m	

La demanda de energía térmica total para calefacción y agua caliente sanitaria calculada es 23,1 MWh; la demanda máxima de calor es 22 kW. El micro CHP, seleccionado por la empresa GIESE, (3,3 – 5,5 kW_e / 6 – 10 kW_t) está diseñado para ese rango de operación. La producción total de energía eléctrica con el micro CHP se ha calculado para 12,4 MWh/año. La figura 1 muestra la cantidad de calor anual de la casa rural, una imagen del micro sistema de cogeneración seleccionado y la cantidad de calor generado por el mismo. El área que indica la generación de calor del micro CHP, está por encima de la curva de demanda de calor correspondiente al tiempo de almacenamiento en el tanque. Los tiempos de operación pueden ser prolongados considerablemente por el tanque de almacenamiento de agua caliente ya instalado. Alrededor del 46% de la demanda de energía térmica máxima es cubierta por el sistema de micro cogeneración seleccionado.

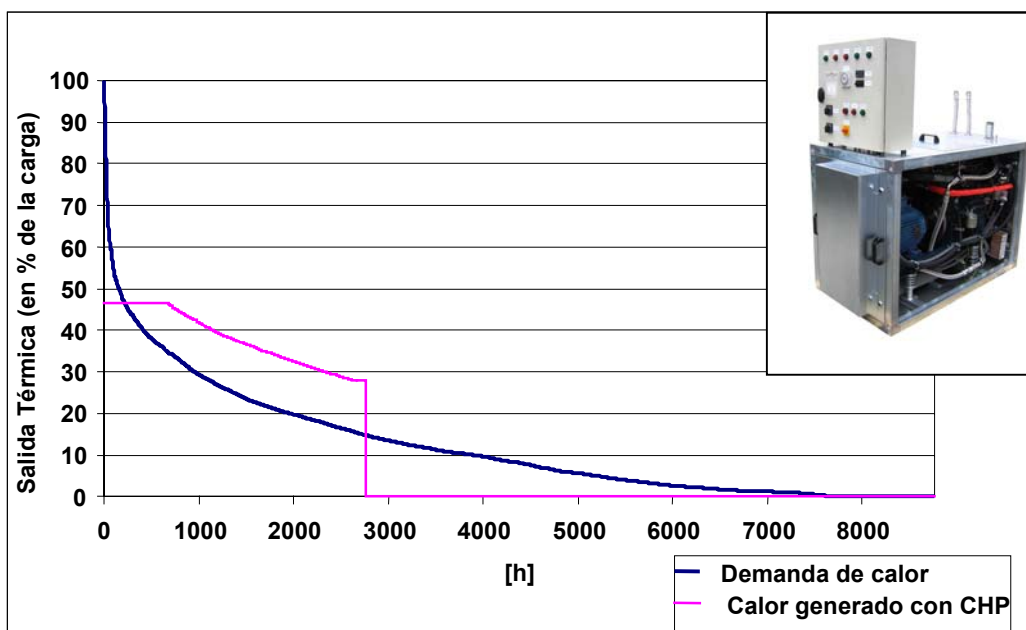


Figura 1: Curva de Demanda Anual de Calor (línea azul) y generación de calor con el sistema de micro CHP.

Fotografía: imagen del micro sistema de cogeneración seleccionado de la empresa GIESE.

Calculo de rentabilidad

En principio, el sistema de micro CHP está conectado a un sistema de calefacción central – incluido el sistema de distribución de calor – en caso de utilizar el modo de operación más eficiente. Además, los sistemas de calefacción central mejoran con este sistema de calefacción el confort en los alojamientos rurales. Otra ventaja en este tipo de casos es que también supone una demanda de energía eléctrica menor

que la indicada, por lo que la producción de calefacción eléctrica y la producción de agua caliente sanitaria será sustituida por energía térmica producida por unidades de micro CHP.

La evaluación económica está basada en el VDI 2067, e incluye una comparativa entre los micro sistemas de cogeneración y un sistema energético alternativo (también basado en combustibles ligeros como energía primaria). El sistema de micro CHP está formado por la unidad de micro CHP y una caldera. Como sistema de energía alternativo se ha seleccionado una caldera con una potencia térmica de 22 kW – los cálculos incluyen una caldera de baja temperatura de la empresa Viessmann. La comparativa se hace suponiendo la existencia de un sistema de distribución de calor. En la siguiente tabla se resumen los diferentes costes del sistema de micro CHP en comparación con una sistema alternativo.

Cálculo del beneficio		Sistema de Micro CHP	Sistema de Energía Alternativo
Costes de capital *)	[€/a]	1267,41	243,73
Costes de operación y mantenimiento	[€/a]	410,04	38,78
Costes de combustible	[€/a]	2942,56	1955,50
Costes totales	[€/a]	4620,01	2238,00
Impuesto de electricidad	[€/a]	-32,90	
Ingresos por venta de electricidad	[€/a]	506,25	
Energía de suministro eléctrico evitada	[€/a]	260,75	
Ingresos totales	[€/a]	734,10	
Coste neto	[€/a]	3885,91	2238,00
Costes específicos de generación de calor después de la venta de electricidad	[€/kWh(th)]	0,1682	0,0969

*) Para el sistema instalado y sus componentes (p.ej. depósito de acumulación, etc.) no se han calculado los costes de capital.

Aunque los sistemas de micro CHP muestran la viabilidad técnica, la parte económica del proyecto tiene ventajas en los sistemas de micro CHP. La situación de los diferentes costes y la rentabilidad total está representada en la figura 2.

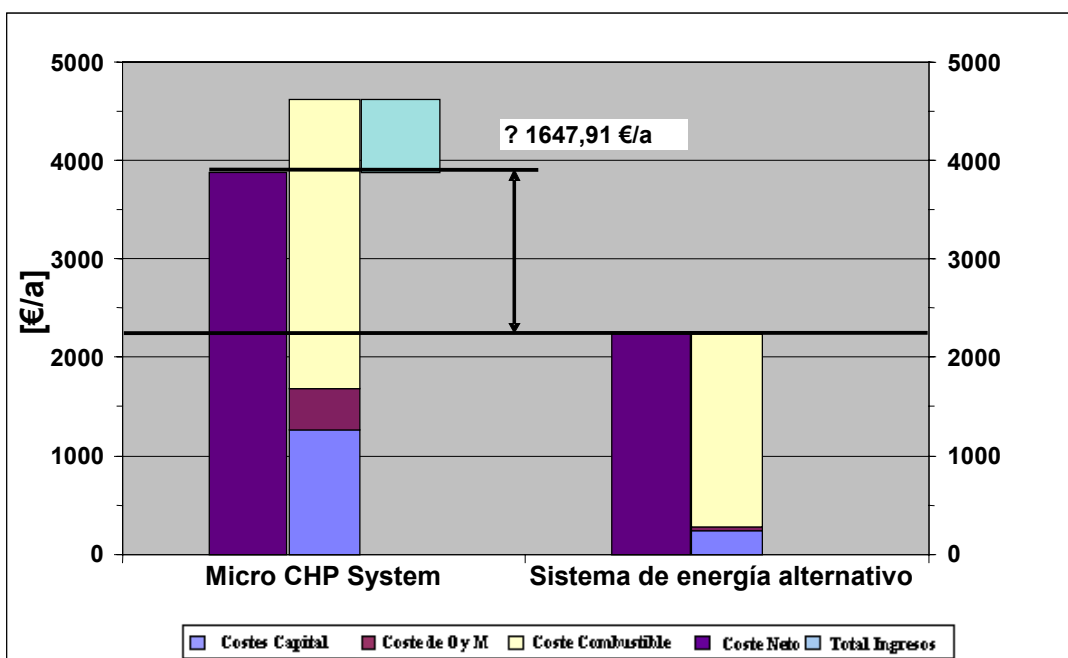


Figura 2: Cálculo de rentabilidad en del sistema de micro CHP en comparación con un sistema alternativo.

Eficiencia Económica

Se ha empleado un cálculo dinámico para calcular el periodo de retorno de la inversión. Para este propósito se crea un flujo de caja generado por el sistema de micro CHP. Los costes de combustible, de operación y de mantenimiento se han calculado como pagos del sistema de micro CHP. Los gastos de operación y mantenimiento del sistema alternativo, las facturas de energía eléctrica evitadas y los ingresos por venta de electricidad, menos los impuestos de electricidad se calculan como ingresos. El cash flow descontado y el periodo de retorno se alcanza cuando los descuentos acumulados en el flujo de caja sean iguales a la máxima inversión para el sistema de micro CHP.

Cálculo del periodo de retorno		
Inversión en el sistema de micro CHP	[€]	13563
Inversión en el sistema energético alternativo	[€]	3037
Máxima inversión	[€]	10525
Costes de O & M en micro CHP	[€/a]	-410
Costes de combustible en micro CHP	[€/a]	-2943
Costes de O & M en el sistema alternativo	[€/a]	39
Costes de combustible en el sistema alternativo	[€/a]	1955
Ingresos por venta de electricidad a la red	[€/a]	506
Suministro de energía eléctrica ahorrada	[€/a]	261
Impuestos de electricidad	[€/a]	-33
Cash flow	[€/a]	-624

Aunque los micro sistemas de CHP son técnicamente viables, la parte económica del proyecto no muestra resultados positivos en el periodo de retorno.

Conclusiones

La no existencia de sistemas de distribución en este proyecto es una limitación para la implantación de micro sistemas CHP. Además, los cálculos arrojan los resultados que se detallan a continuación. Debido a las condiciones climáticas en esta región, la demanda de calor para calefacción es baja, y la demanda de agua caliente también es baja, por esta razón se ha seleccionado un micro sistema de cogeneración a pequeña escala. No obstante, solamente se alcanzarán unas 2.800 horas de operación al año.

Suponiendo un sistema de distribución, la utilización de un sistema de micro CHP desde el punto de vista económico y comparado con un sistema convencional, no muestra buenos rendimientos si tomamos como base las condiciones que se enmarcan en este estudio. Las principales razones son:

- Baja demanda de calor, la demanda térmica y la situación de la energía eléctrica generada es también baja.
- Elevados precios del combustible.
- El precio de la energía eléctrica es bajo.
- El precio por kWh inyectado a la red eléctrica producido por el micro sistema de cogeneración es bajo.



Otra posibilidad para la el micro CHP sería un sistema de generación de electricidad, pero no se podría aplicar ya que la potencia eléctrica requerida es pequeña; además, el calor que es producido de manera simultánea en el micro CHP debe ser usado de manera eficiente debido a criterios de sostenibilidad. Otra posibilidad es la utilización durante los meses de verano del calor generado en el sistema para la generación de frío mediante sistemas de absorción, pero esta tecnología necesita más investigación y desarrollo para poder introducirla en el mercado.

D9 - Micro CHP Case Study: “La Casería de Piedra” (Spain)

Información general

La casa rural está ubicada en el término municipal de Jabalcuz (Jaén) perteneciente a la Comunidad Autónoma de Andalucía (España).

La Casería de Piedra es un alojamiento rural con interés turístico, entró en funcionamiento hace 5 meses. La Casa Rural consta de 6 dormitorios en total donde uno de ellos es donde se hospeda el encargado. Además consta de un restaurante con un comedor y con unos ventanales con amplias vistas. La construcción consta de 1890.



Planificación y selección de sistemas de micro-cogeneración (micro – CHP)

La planificación de micro sistemas de cogeneración incluye un análisis detallado del edificio, la demanda de energía y la evaluación de la oportunidad económica. La información requerida ha sido recopilada por la Agencia de Gestión Energética de la Provincia de Jaén, AGENER a través de un cuestionario detallado. El análisis de la demanda de energía ha sido realizado a través del programa informático “BHKW Plan”, un nuevo software creado para el estudio de micro CHP.

A continuación se detallan los datos empleados para el análisis:

Datos de partida		
Área total neta	195	m ²
Necesidades de agua caliente sanitaria	6,285	MWh/a
Demanda de energía eléctrica	44.900	kWh/a
Datos de climatología	Jaen, España Altura: 600 m	

La demanda de energía térmica total para calefacción y agua caliente sanitaria calculada es 24,3 MWh; la demanda máxima de calor es 21 kW. El micro CHP, seleccionado por la empresa GIESE, (3,3 – 5,5 kW_e / 6 – 10 kW_t) está diseñado para ese rango de operación. La producción total de energía eléctrica con el micro CHP se ha calculado para 13,3 MWh/año. La figura 1 muestra la demanda de calor anual de la casa rural, una imagen del micro sistema de cogeneración seleccionado y la cantidad de calor generado por el mismo. El área que indica la generación de calor del micro CHP, está por encima de la curva de demanda de calor correspondiente al tiempo de almacenamiento en el tanque. Los tiempos de operación pueden ser prolongados considerablemente por el tanque de almacenamiento de agua caliente ya instalado (con un volumen de 2.000 litros). Alrededor del 48% de la demanda de energía térmica máxima es cubierta por el sistema de micro cogeneración seleccionado.

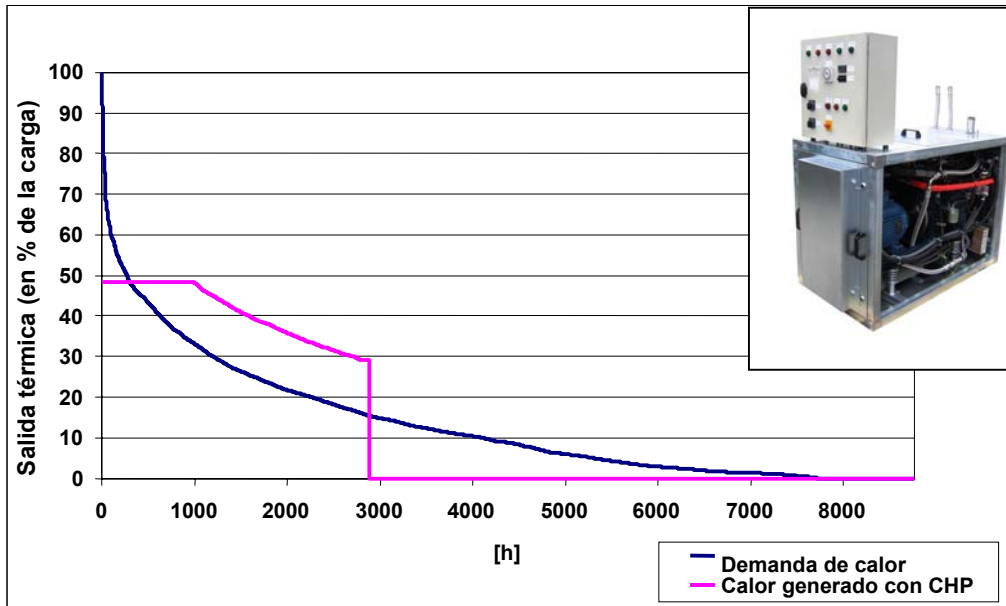


Figura 1: Curva de Demanda Anual de Calor (línea azul) y generación de calor con el sistema de micro CHP.

Fotografía: imagen del micro sistema de cogeneración seleccionado de la empresa GIESE.

Calculo de rentabilidad

En principio, el sistema de micro CHP está conectado a un sistema de calefacción central – incluido el sistema de distribución de calor – en caso de utilizar el modo de operación más eficiente. Además, los sistemas de calefacción central mejoran con este sistema de calefacción el confort en los alojamientos rurales. Otra ventaja en este tipo de casos es que también supone una demanda de energía eléctrica menor

que la indicada, por lo que la producción de calefacción eléctrica y la producción de agua caliente sanitaria será sustituida por energía térmica producida por unidades de micro CHP.

La evaluación económica está basada en el VDI 2067, e incluye una comparativa entre los micro sistemas de cogeneración y un sistema energético alternativo (también basado en combustibles ligeros como energía primaria). El sistema de micro CHP está formado por la unidad de micro CHP y una caldera. Como sistema de energía alternativo se ha seleccionado una caldera con una potencia térmica de 22 kW – los cálculos incluyen una caldera de baja temperatura de la empresa Viessmann. La comparativa se hace suponiendo la existencia de un sistema de distribución de calor. En la siguiente tabla se resumen los diferentes costes del sistema de micro CHP en comparación con una sistema alternativo.

Cálculo del beneficio		Sistema de Micro CHP	Sistema de Energía Alternativo
Costes de capital *)	[€/a]	1267,41	243,73
Costes de operación y mantenimiento	[€/a]	437,57	38,78
Costes de combustible	[€/a]	3117,34	2046,47
Costes totales	[€/a]	4822,32	2328,97
Impuesto de electricidad	[€/a]	-29,40	
Ingresos por venta de electricidad	[€/a]	451,96	
Energía de suministro eléctrico evitada	[€/a]	446,83	
Ingresos totales	[€/a]	869,39	
Coste neto	[€/a]	3952,93	2328,97
Costes específicos de generación de calor después de la venta de electricidad	[€/kWh(th)]	0,1627	0,0958

*) Para el sistema instalado y sus componentes (p.ej. depósito de acumulación, etc.) no se han calculado los costes de capital.

Aunque los sistemas de micro CHP muestran la viabilidad técnica, la parte económica del proyecto tiene ventajas en los sistemas de micro CHP. La situación de los diferentes costes y la rentabilidad total está representada en la figura 2.

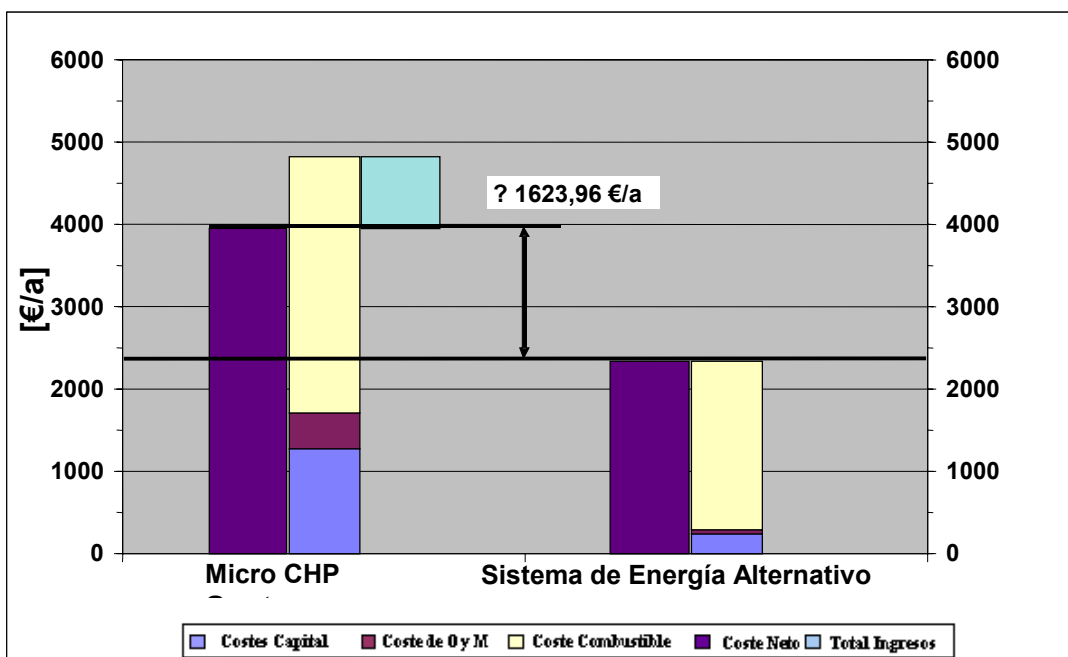


Figura 2: Cálculo de rentabilidad en del sistema de micro CHP en comparación con un sistema alternativo.

Eficiencia Económica

Se ha empleado un cálculo dinámico para calcular el periodo de retorno de la inversión. Para este propósito se crea un flujo de caja generado por el sistema de micro CHP. Los costes de combustible, de operación y de mantenimiento se han calculado como pagos del sistema de micro CHP. Los gastos de operación y mantenimiento del sistema alternativo, las facturas de energía eléctrica evitadas y los ingresos por venta de electricidad, menos los impuestos de electricidad se calculan como ingresos. El cash flow descontado y el periodo de retorno se alcanza cuando los descuentos acumulados en el flujo de caja sean iguales a la máxima inversión para el sistema de micro CHP.

Cálculo del periodo de retorno		
Inversión en el sistema de micro CHP	[€]	13563
Inversión en el sistema energético alternativo	[€]	3037
Máxima inversión	[€]	10525
Costes de O & M en micro CHP	[€/a]	-438
Costes de combustible en micro CHP	[€/a]	-3117
Costes de O & M en el sistema alternativo	[€/a]	39
Costes de combustible en el sistema alternativo	[€/a]	2046
Ingresos por venta de electricidad a la red	[€/a]	452
Suministro de energía eléctrica ahorrada	[€/a]	447
Impuestos de electricidad	[€/a]	-29
Cash flow	[€/a]	-600

Aunque los micro sistemas de CHP son técnicamente viables, la parte económica del proyecto no muestra resultados positivos en el periodo de retorno.

Conclusiones

La no existencia de sistemas de distribución en este proyecto es una limitación para la implantación de micro sistemas CHP. Además, los cálculos arrojan los resultados que se detallan a continuación. Debido a las condiciones climáticas en esta región, la demanda de calor para calefacción es baja, y la demanda de agua caliente también es baja, por esta razón se ha seleccionado un micro sistema de cogeneración a pequeña escala. No obstante, solamente se alcanzarán unas 2.900 horas de operación al año.

Suponiendo un sistema de distribución, la utilización de un sistema de micro CHP desde el punto de vista económico y comparado con un sistema convencional, no muestra buenos rendimientos si tomamos como base las condiciones que se enmarcan en este estudio. Las principales razones son:

- Baja demanda de calor, la demanda térmica y la situación de la energía eléctrica generada es también baja.
- Elevados precios del combustible.
- El precio de la energía eléctrica es bajo.
- El precio por kWh inyectado a la red eléctrica producido por el micro sistema de cogeneración es bajo.



Otra posibilidad para la el micro CHP sería un sistema de generación de electricidad, pero no se podría aplicar ya que la potencia eléctrica requerida es pequeña; además, el calor que es producido de manera simultánea en el micro CHP debe ser usado de manera eficiente debido a criterios de sostenibilidad. Otra posibilidad es la utilización durante los meses de verano del calor generado en el sistema para la generación de frío mediante sistemas de absorción, pero esta tecnología necesita más investigación y desarrollo para poder introducirla en el mercado.