BeThermal

TU EMPRESA DE AEROTERMIA

Trabajo fin de Máster en Energías Renovables y Mercado Energético

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD
EOI Escuela de organización industrial

CONTENIDO

I PRESENTACIÓN 5

1.1. Antecedentes 7

1.2. Modelo de negocio 7

II ANÁLISIS DEL MERCADO 10

2.1. Cuota de mercado objetivo 11

2.2. PEST 12

2.3. DAFO 13

III MARKETING 15

3.1. Cliente objetivo 16

3.2. Canales de difusión 16

3.3. Competencia 17

3.4. Plan de marketing 17

IV TECNOLOGÍAS 19

4.1. Aerotermia 20

4.2. Otras tecnologías 24

V DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS 27

5.1. Base de cálculo 28

5.2. Dimensionamiento de la bomba de calor 30

5.3. Dimensionamiento de la caldera de gas natural 32

5.4. Dimensionamiento de la instalación solar térmica 32

VI ESTUDIO ECONÓMICO 38

6.1. Inversión inicial 39

6.2. Coste de la electricidad 39

6.3. Costes de instalación y mantenimiento 42

6.4. Ahorro 42

6.5. Comparativa ambiental 53

VII PLAN DE FINANCIACIÓN 54

7.1. Plan de inversión 55

7.2. Financiación 55

7.3. Gastos 56

7.4. Ingresos 56

7.5. Flujo de Caja, VAN y TIR 58

VIII RESUMEN Y CONCLUSIONES 59

IX ANEXO I 61

X REFERENCIAS 66

I PRESENTACIÓN

BeThermal es una empresa de servicios energéticos con sede en Sevilla dedicada a la implantación de aerotermia en instalaciones con grandes consumos de agua caliente sanitaria.

MISIÓN

El objetivo de nuestra compañía es diseñar, implantar y mantener soluciones energéticas sostenibles y eficientes, desde los aspectos económicos, medioambientales y sociales.

VISIÓN

Bethermal aspira a ser un referente de las empresas de ingeniería y servicios energéticos, con sede en Andalucía y proyección nacional.

VALORES

La innovación y mejora, la eficiencia energética y el compromiso, además de del respeto y la sostenibilidad con el medio ambiente determinan la política de actuación de nuestra compañía. Todo ello, unido a la apreciación de las actitudes y valores humanos de nuestros trabajadores y clientes.

NUESTRO EQUIPO

LAURA CORDOBÉS

Ingeniera química

CLAUDIA GUTIÉRREZ

Ingeniera química

CARLOS RUIZ

Ambientólogo

SARA VÁZQUEZ

Ingeniera química

1.1. Antecedentes

Hasta ahora, las tecnologías más empleadas para el calentamiento de agua son las calderas de gasóleo y de gas natural. Sin embargo, estos métodos no encajan en el nuevo paradigma de las ciudades sostenibles y descarbonizadas.

Bajo esta premisa nace BeThermal, constituida con la aspiración de sustituir estos combustibles convencionales con bombas de calor aerotérmicas para generar ACS, avanzando hacia la transición ecológica y la eficiencia energética.

1.2. Modelo de negocio

Para la creación estratégica de BeThermal, se presentan el Lean Canvas y el Business Model Canvas. Ambos cuentan con una estructura detallada para llevar a cabo un plan de acción bien organizado, y así lograr de manera eficiente alcanzar nuestro objetivo corporativo.

El Lean Canvas se compone de 9 pilares fundamentales, como se puede observar de manera visual en el Gráfico 1, estos son:

1. **Problema:** para mi cliente objetivo, el elevado coste de la tarifa de gas natural supone un gran inconveniente para aumentar sus beneficios.
2. **Segmento de clientes:** los clientes a los que está dedicada la creación de nuestra empresa son los gerentes de las instalaciones con grandes consumos de ACS. Como se verá posteriormente, el mercado mayoritario está formado por hoteles, hospitales, spas y gimnasios. También se acudirán a instalaciones con una menor representación en el mercado, como las residencias de mayores, piscinas municipales cubiertas o colegios privados con piscinas cubiertas.
   Nuestro Early Adopter será el gerente o la gerente del centro consumidor de ACS, de entre 35 y 45 años, preocupado por la rentabilidad del negocio, y concienciado con la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático.
3. **Propuesta de valor:** la preocupación por el medio ambiente es una realidad es nuestra sociedad, y BeThermal quiere ser partícipe en la transición hacia un modelo más sostenible. Por tanto, hemos adaptado las necesidades económicas y técnicas de nuestros clientes, con una tecnología innovadora capaz de cubrirlas.
4. **Solución:** la solución es nuestra tecnología de bombas de calor aerotérmicas, que permiten calentar grandes volúmenes de agua de una manera limpia con el medio ambiente. Todo ello posibilitando simultáneamente que nuestros compradores consigan un mayor ahorro.
5. **Canales:** los medios por los que se harán llegar los productos y/o contenidos de valor a nuestros clientes objetivos serán a través de eventos, formaciones y visitas a las instalaciones. También a través de métodos no presenciales, como nuestra página web, la publicidad en foros y ferias de los diferentes sectores, o el “boca a boca” gracias a los casos de éxito.
6. **Fuentes de ingresos:** BeThermal contará siempre con el mismo fabricante para comprar las tecnologías necesarias para los proyectos llevados a cabo. Al ser clientes preferentes, nos hará un descuento sobre el PVP de los equipos del 15%. A nuestra clientela le facturaremos por el PVP original, así, nuestro margen de ganancia será justo del 15% de la compra pactada con la empresa fabricante. También se le cobrará al cliente una cuota fija por el mantenimiento predictivo, que será de 340 euros al año, además del coste de implantación, que será del 7% del PVP de los equipos presentados al cliente.

7. **Estructura de costes:** los costes que principalmente se han de afrontar provienen de los costes de personal y servicio técnico (instaladores), el mantenimiento, diseño y programación de la web y del servidor, infraestructuras (alquiler del local y nave industrial), compra de las tecnologías necesarias (bombas de calor, depósitos) y marketing.
8. **Métricas:** de manera inicial realizaríamos eventos para dar a conocer nuestros servicios. Primero, nos fijaríamos en el número de personas interesadas en asistir a través de la respuesta a nuestra invitación. Una vez realizado el evento, en el número de participantes, el porcentaje de captación de nuevos clientes y la rentabilidad obtenida por cada uno de ellos.
9. **Ventaja competitiva:** frente a la tecnología convencional, de calderas de gas natural y gasóleo, ofrecemos un mayor ahorro y unas menores emisiones de gases de efecto invernadero. Frente a otras tecnologías de energías renovables, como es el caso de la solar térmica, la superioridad reside en la gestionabilidad, pues no depende de recursos externos para funcionar.

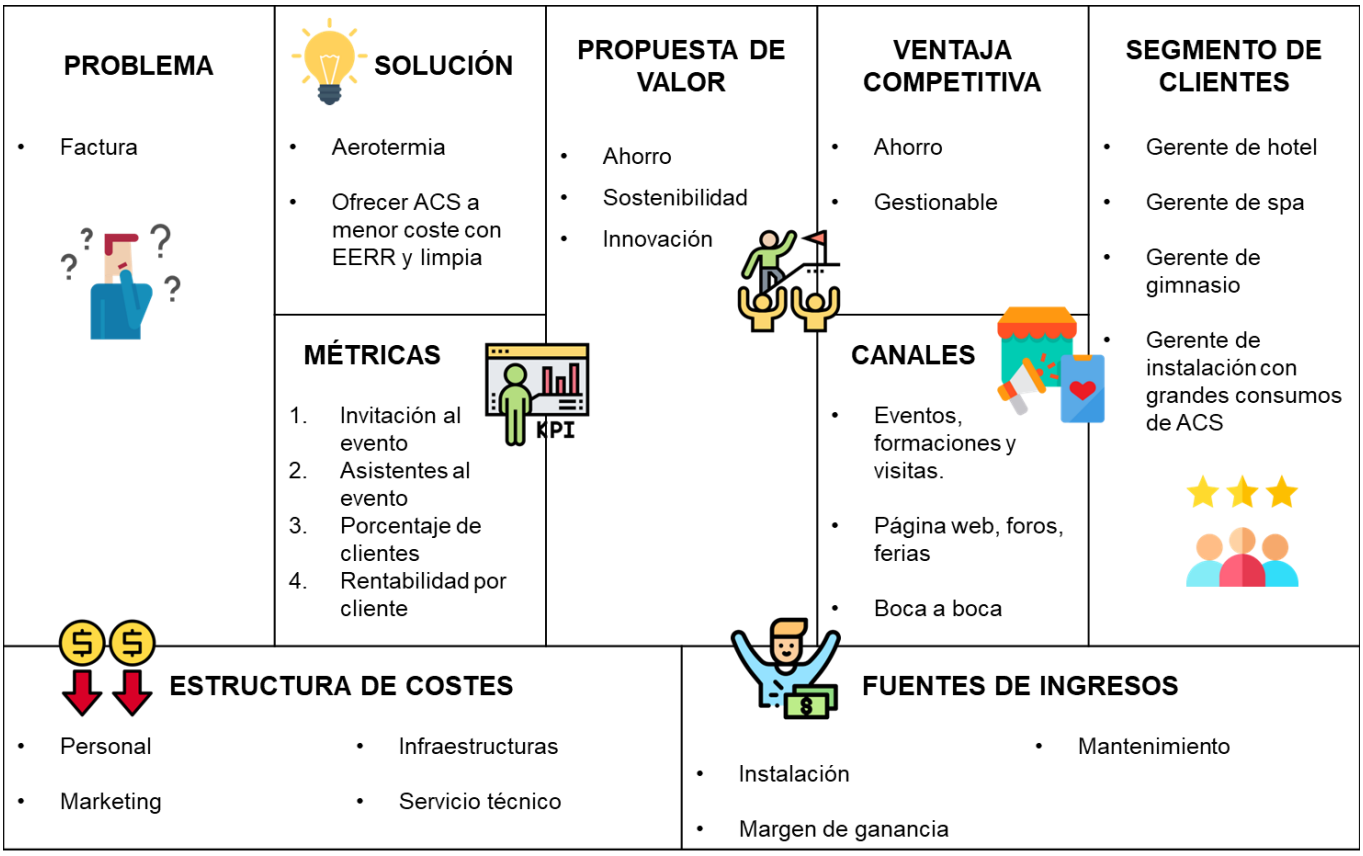


Gráfico 1. Lean Canvas.

Por otra parte, en el Business Model Canvas se modelan algunos aspectos diferentes:

1. **Segmento de clientes.**
2. **Propuesta de valor.**
3. **Canales.**
4. **Relaciones con clientes:** formalizaremos nuestra relación con los clientes mediante la suscripción de un Contrato de Rendimiento Energético (EPC, Energy Performance Contracting), que fijará los derechos y las obligaciones de las partes implicadas y a través del cual nos comprometemos con el cliente a obtener un nivel de ahorro energético (y por tanto, económico) predeterminado.
   Además dispondremos de atención telefónica y correo electrónico para solucionar cualquier incidencia o duda que surjan a nuestros ya clientes, y visitas a las instalaciones si fuera necesario.
5. **Fuentes de ingresos.**
6. **Recursos clave:** para llevar a cabo la actividad de la empresa resulta fundamental contar con personal, realizar labores de marketing y contar con la tecnología necesaria.
7. **Actividades clave:** ofreceremos los siguientes servicios: auditorías energéticas, análisis técnico y económico de la viabilidad de implantación de nuestras tecnologías de fuentes renovables, implantación de las mejoras seleccionadas de común acuerdo con el cliente, garantía de los ahorros energéticos, gestión energética y mantenimiento de las instalaciones.
8. **Socios clave:** los terceros con los que se estableceremos acuerdos de colaboración son los proveedores de los equipos tecnológicos a instalar. También pediremos financiación para acometer las inversiones a los gastos asociados al desarrollo del proyecto a los bancos, y garantizaremos el repago de la deuda con recursos propios.
9. **Estructura de costes.**

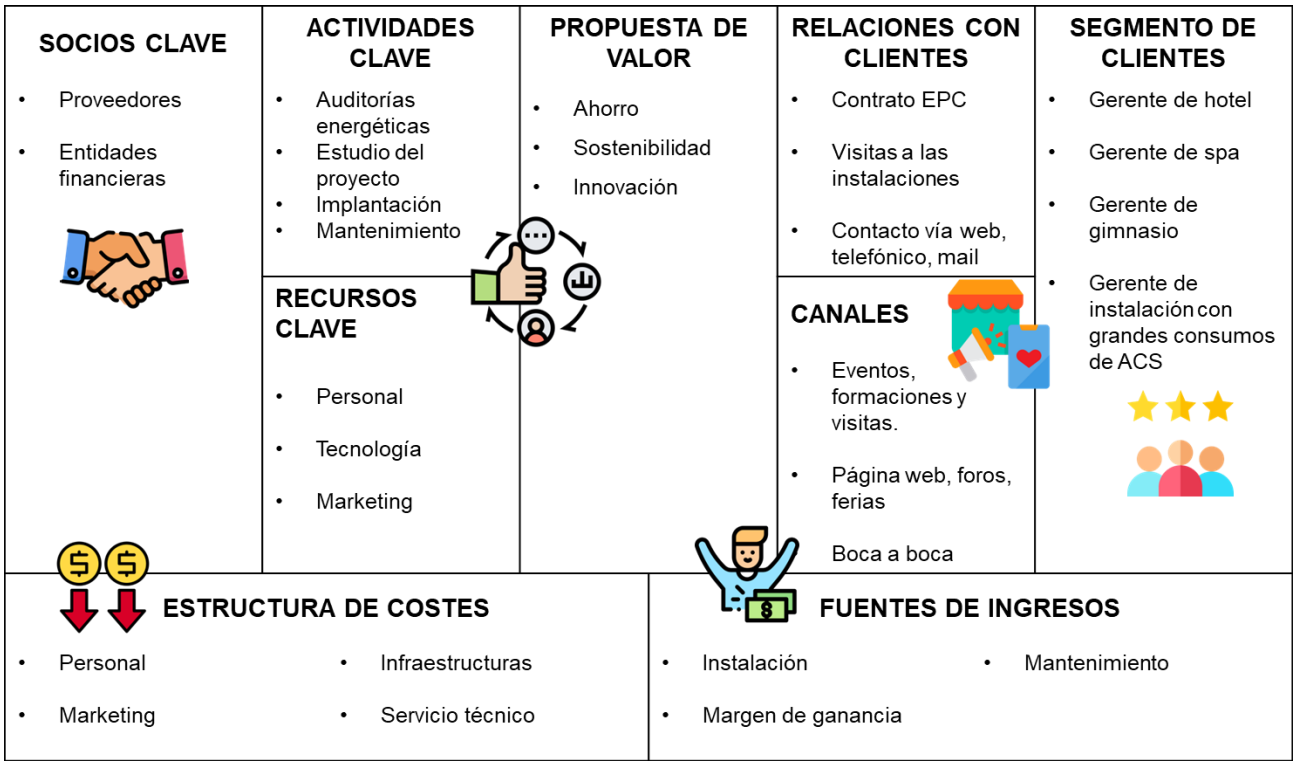


Gráfico 2. Business Model Canvas.

II ANÁLISIS DEL MERCADO

2.1. Cuota de mercado objetivo

En este punto se analizan las potenciales áreas de negocio para BeThermal con el objetivo de obtener la información necesaria.

Cualquier institución con un gran consumo de agua caliente sanitaria (hoteles, spas, gimnasios…) se considera posible mercado objetivo.

El número de hoteles e instalaciones deportivas abiertas en 2019, se ha consultado en el Instituto Nacional de Estadística (INE). En relación con los spas y balnearios, los datos nacionales se han extraído del informe de Global Wellness Institute, y los datos autonómicos a través de la Junta de Andalucía. A continuación, se recogen todos ellos en la Tabla 1[1]:

Tabla 1. Cuota de mercado

	Sevilla	**Andalucía**	**España**
Hoteles	380	2.452	14.818
Instalaciones deportivas	-	4.425	30.731
Spas y balnearios	-	449	3.304
Hospitales	17	111	897
Residencias de la tercera edad	164	669	5.417

Comentar que, en relación a Sevilla, el número de hoteles hace referencia a aquellos ubicados en la propia ciudad, mientras que para los hospitales y residencias de la tercera edad se han considerado todos los de la provincia.

En lo referido a las piscinas, se toman como referencia la unidad provincial de Sevilla. Ésta cuenta con 72 centros deportivos que dependen de IMD (Instituto Municipal de Deportes). de los cuales, 16 cuentan con piscinas [2].

En la Tabla 2 se muestra la demanda orientativa de ACS para algunas de las instalaciones anteriores, extraídas del Anejo F del Documento Básico (DB) del Código Técnico de la Edificación (CTE):

Tabla 2. Demanda orientativa de ACS para diferentes usos.

Criterio de demanda	**Litros/día persona**
Hospitales y clínicas	55
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel/hostal **	41
Hotel/hostal *	34
Residencia	28
Gimnasios	21

2.2. PEST

Conocer el entorno en el que se llevan a cabo las actividades de una empresa, es esencial para poder valorar las posibilidades de asentamiento en el sector operativo.

Por estos motivos, se analiza la situación actual y cómo influye positiva y negativamente en BeThermal.

A modo de resumen, se destacan los aspectos más significativos en el Gráfico 3:

Gráfico 3. Análisis PEST.

En lo referido a los factores políticos-legales, existen numerosos planes, leyes y reales decreto que rigen el sector de las energías renovables. El crecimiento de la aerotermia previsto en el PNIEC para los próximos años augura un importante desarrollo de esta tecnología, y por tanto de su fomento a partir de equipos de alta eficiencia.

La situación política actual de España destaca por los numerosos conflictos internos que la conforman, como es la nueva aparición de partidos políticos, con la consecuente atomización del voto y la dificultad de conformar mayorías parlamentarias, así como el problema independentista de Cataluña. Además, hay que sumarle un factor clave que está presente a nivel mundial, El Covid19, el cual está causando numerosos estragos.

Los daños producidos por el Covid19 se traducen en una gran desaceleración económica con un aumento significativo de la tasa de desempleo.

Las restricciones de movilidad y el cese de la actividad de numerosas industrias dan lugar a una bajada del precio de la electricidad. Sin embargo, esto es sólo algo temporal por lo que BeThermal no se ve afectado a largo plazo.

En lo relacionado con las ayudas a startup, éstas se mantienen, lo que incrementa notablemente las posibilidades de éxito de la compañía.

Los aspectos socioculturales están vinculados a una sociedad que se encuentra en un continuo cambio. Actualmente, la mayor concienciación con el cambio climático provoca modificaciones en los hábitos de consumo de la población. Existe mayor interés por las energías renovables y aunque la desconfianza por desconocimiento aún es amplia, poco a poco se está reduciendo y los valores de sostenibilidad y eficiencia energética se incorporan en todas las áreas. Esto se refleja, por ejemplo, en la creciente demanda de servicios medioambientalmente respetuosos por parte de los usuarios de los mismos.

A nivel tecnológico, España es la quinta potencia de la Unión Europea (UE), por lo que dispone de las suficientes infraestructuras para el desarrollo tecnológico de las energías renovables. El gasto en I+D con respecto a otras tecnologías es limitado, pero a pesar de ello se considera un medio de producción de energía bastante maduro.

2.3. DAFO

El DAFO, es una herramienta de estudio que permite analizar la situación de una empresa. Estudia las características internas (debilidades y fortalezas) y a su vez, la situación externa (amenazas y oportunidades).

A continuación, en el Gráfico 4 se muestran los aspectos más significativos tras el análisis.

Gráfico 4. Análisis DAFO.

Una de las fortalezas más importantes de BeThermal, es la calidad de sus productos y servicios, siempre de primer nivel. Además, se mantendrá un trato cercano con el cliente, adaptándonos a sus necesidades y estando operativos en todo momento.

Sin embargo, existen otras energías renovables con mayor recorrido y otras empresas de servicios energéticos con más experiencia y mayor número de contactos en el sector que pueden ofrecer sus servicios y desplazar a nuestra institución. En este caso, la compañía tiene la opción de establecer alianzas estratégicas con otras empresas que instalen aerotermia a menor escala, y subsanar así, la falta de experiencia en esta área.

Valores como la sostenibilidad, el ahorro económico, la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental, están cada vez más en auge, por lo que desde BeThermal consideramos que es una gran oportunidad para comenzar nuestro proyecto empresarial.

Finalmente, a pesar de la elevada inversión, la sostenibilidad y la eficiencia energética son valores que cada vez están más presentes en el ámbito laboral y social, por lo que se apuesta más por ellas. Esto, unido a que es un sector en expansión, ofrece la oportunidad a BeThermal de ser una compañía líder.

III MARKETING

3.1. Cliente objetivo

El principal mercado al que se dirige BeThermal es a los empresarios o dueños de instalaciones con grandes consumos de agua caliente sanitaria (ACS), que quieren ahorrar en su factura sin renunciar a todos aquellos aspectos que los convierten en líderes de su sector.

Además, estos usuarios quieren conservar su buena imagen mediática, reforzar su responsabilidad social y ser reconocidos por su gran afán de innovación. Por ello, están dispuestos a apostar e invertir por una tecnología renovable que les garantice todas estas cuestiones.

Sin embargo, no tienen muy claro el buen funcionamiento de la aerotermia en su negocio, ya que su desconocimiento sobre esta tecnología es muy amplia. Esto les va a ocasionar desconfianza, la cuál ha de ser subsanada empleando una estrategia de comunicación adecuada.

Asimismo, para conseguir los objetivos descritos anteriormente, es primordial conocer la empresa y difundir los aspectos más representativos de la marca BeThermal, con el fin de que los usuarios identifiquen los beneficios y capten los elementos que provocan la diferenciación con el resto.

3.2. Canales de difusión

La obtención de clientes es un factor clave para la puesta en marcha de un negocio, pero su fidelización aún lo es más, ya que va a permitir la expansión de la compañía y le otorga a BeThermal la oportunidad de ser una empresa líder en el sector.

Por estos motivos las vías de comunicación se van a dividir en dos bloques, en función de la postura en la que se encuentra el cliente.

Por un lado, si aún no conoce BeThermal, pero quiere formar parte del mundo de las renovables, los canales empleados son los siguientes:

- Canales de difusión directa: Forman parte de este término aquellos en los que hay un contacto directo con el cliente para generar confianza. Pertenecen a este grupo los eventos, visitas y charlas formativas.
- Canales de difusión indirecta: Se emplean para que aquellos clientes interesados puedan recopilar más información de BeThermal de manera cómoda y sencilla. Este término engloba los foros, las páginas web y las redes sociales.

Por otro lado, si el usuario ya es cliente de BeThermal es necesario conseguir su fidelización y que los comentarios realizados por el mismo en su círculo de confianza sean positivos. Para ello, no solo el servicio de postventa ha de ser impecable, sino que los canales de comunicación empleados tienen que generar una sensación de confianza y profesionalidad en el cliente.

3.3. Competencia

Actualmente, la única energía renovable que ofrece la posibilidad de reducir la factura eléctrica, a la misma vez que respeta el medio ambiente, es la solar térmica. Sin embargo, al contrario que la aerotermia, no es gestionable, lo que impide que se dependa de ella por completo.

Por otro lado, se requiere de una mayor superficie para su implantación y esta ha de ser en su totalidad al aire libre, por lo que la distribución del espacio también es un aspecto para destacar, debido a las ventajas que presenta la aerotermia en este ámbito. Otro aspecto a tener en cuenta en detrimento de la solar térmica, es la de una menor necesidad de mantenimiento, ya que esta última se trata de una instalación con más equipamiento (decenas de paneles, más metros de tuberías, sistemas de seguridad, estructuras para los paneles…). Además, la inversión es más elevada, lo que provoca que la rentabilidad sea inferior y el período de recuperación más elevado. Todos estos conceptos van a ser detallados en el estudio económico.

En la pluralidad de los casos, se opta por el apoyo de una tecnología convencional, mayoritariamente gas natural, por lo que la propuesta de la competencia no proyecta una solución sostenible. Esta cuestión va a ser un factor decisivo a la hora de fidelizar clientes.

3.4. Plan de marketing

Para captar clientes se proponen varios métodos de actuación.

En primer lugar, es primordial asistir a aquellas instalaciones con grandes consumos de ACS para dar a conocer a BeThermal de una manera personal, y generar confianza y profesionalidad en el usuario.

Además, los eventos energéticos son lugares donde localizar a clientes potenciales. El objetivo es colocar un stand informativo para ofrecer de manera gratuita información y algún elemento con el logo de BeThermal reutilizable, fabricado con elementos reciclados para un uso sostenible. Un ejemplo práctico de esta descripción es una bolsa de tela.

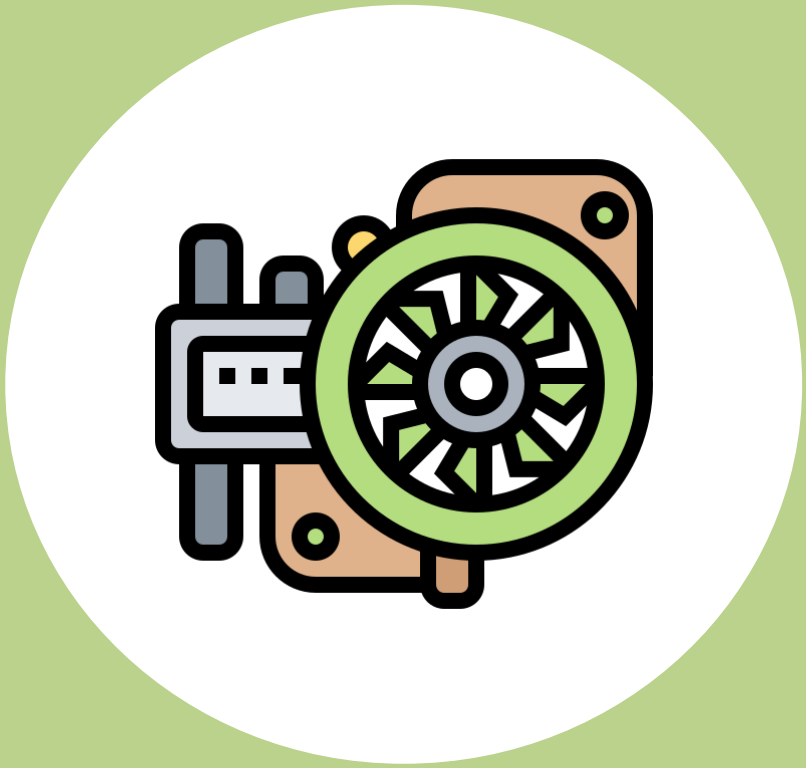
Asimismo, a todas las personas interesadas en los eventos, se les ofrece la posibilidad de que BeThermal les realice un estudio técnico y económico gratuito sin ningún tipo de compromiso.

Por otro lado, en fechas relacionadas con la sostenibilidad, el medioambiente y la eficiencia energética, se organizan charlas especiales gratuitas, donde todos los asistentes van a recibir algún elemento con el logo de la empresa. Algunas fechas destacadas como las descritas anteriormente aparecen en la Tabla 3:

Tabla 3. Eventos para realizar promociones.

Evento	Fecha
Día mundial de los Bosques	21 de Marzo
Día mundial del Agua	22 de Marzo
Día mundial de la Madre Tierra	22 de Abril
Día mundial del reciclaje	17 de Mayo
Día mundial del Medioambiente	5 de Junio
Día internacional libre de bolsas de plástico	3 de Julio
Día mundial del Ahorro de energía	21 de Octubre
Día internacional contra el cambio climático	24 de Octubre

Gracias a estos eventos, la lista de posibles clientes de BeThermal aumenta. En todas las actuaciones mencionadas anteriormente, se recogen los datos básicos de los usuarios, como por ejemplo, el correo electrónico. A partir de éste, los clientes reciben información de la empresa y de los futuros eventos organizados, con la finalidad de estrechar la relación con el consumidor.



IV TECNOLOGÍAS

4.1. Aerotermia

La aerotermia es una tecnología que permite obtener energía del aire para abastecer la demanda de refrigeración, calefacción y agua caliente sanitaria, al mismo tiempo que elimina las facturas del gas natural o reduce notablemente la factura eléctrica.

Es un sistema de climatización innovador, eficiente y renovable, que extrae hasta un 75% de la energía del aire y cuyo único consumo eléctrico, reside en el motor del compresor que lo compone. Esto provoca un ahorro del 25 % en la factura en el caso del gas natural y hasta del 50% en el caso de gasoil.

Por estos motivos, la aerotermia se ha convertido en el perfecto sustituto de los sistemas de calefacción por combustión. Además, a diferencia de muchas otras energías renovables, la aerotermia es gestionable, lo que permite adaptar la generación a las necesidades de consumo en cada momento.

La aerotermia está compuesta por una bomba de calor y varios equipos auxiliares como acumuladores, depósitos de inercia y grupos de impulsión. A continuación, se detallan cada uno de ellos. Cabe destacar que las características de los equipos se corresponden con un diseño para un hotel de 4 estrellas con una ocupación máxima de 500 personas. En el apartado 5 se explica en detalle todos los cálculos realizados.

Bomba de calor

La bomba de calor (BdC) es un equipo que emplea un gas refrigerante en un ciclo termodinámico cerrado. Este transfiere calor entre dos puntos a diferentes temperaturas, provocando que el calor fluya de una temperatura más baja a una temperatura más alta.

En el ciclo termodinámico de la bomba de calor, el estado físico del fluido del circuito frigorífico se modifica, para permitir la transferencia de calor del foco frío al foco caliente mediante la aportación de trabajo mecánico.

Esta transferencia de calor se realiza por medio de los componentes principales en los que se basa un ciclo termodinámico, citados a continuación:

- Compresión: Eleva la presión y la temperatura del fluido, transfiriendo al mismo la energía suficiente para su movimiento por el circuito frigorífico.
- Condensación: Produce la condensación del fluido, cediendo calor al medio externo.
- Expansión: Reduce la alta presión del fluido procedente del condensador.
- Evaporación: El fluido se evapora absorbiendo calor del medio externo.

En la Gráfico 5 [3], se representa la gráfica de presiones-entalpías del ciclo frigorífico.

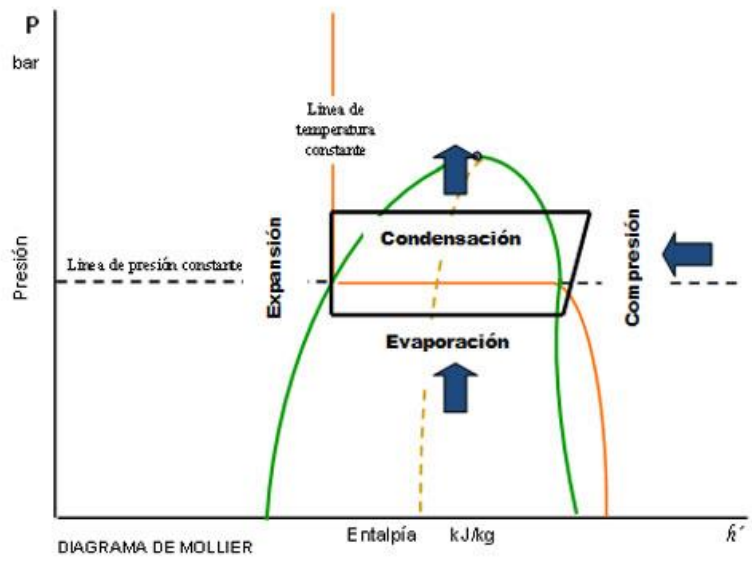


Gráfico 5. Diagrama presión-entalpía del ciclo frigorífico.

Para la selección de la bomba de calor hay que ver cuál de los dos modelos se ajusta a nuestra instalación, si el sistema monobloc o el sistema bibloc [4].

El sistema monobloc presenta un diseño integral donde la unidad exterior (compresor) y el hidrokit (unidad frigorífica), quedan unificados en un mismo equipo. Esto permite una sencilla implantación ya que sólo precisa de una tubería de entrada de agua fría y otra de salida de agua caliente. Al carecer de una conexión frigorífica integrada en el edificio, presenta una rápida puesta en marcha y su sistema compacto es ideal para todo tipo de edificios [5].

Por el contrario, en el sistema bibloc, las dos partes están separadas. La unidad exterior compuesta por los compresores se sitúa fuera del edificio, mientras que el hidrokit se instala en el interior.

Además, está configuración permite incluir un inverter lo que va a ajustar la potencia del compresor a las necesidades de cada momento. En lugar de arrancar y parar de manera frecuente, el inverter permite mantener una velocidad más constante, disminuyendo los esfuerzos del mismo y por consiguiente evitando su deterioro. Asimismo, al evitar los continuos arranques de la unidad exterior, se reduce el ruido de forma considerable.

Otra ventaja que presenta el inverter es que permite extraer la energía contenida en el aire a temperaturas más extremas (incluso bajo cero), ofreciendo así una mayor versatilidad.

Por todos estos motivos, junto con el ahorro eléctrico que presenta este sistema gracias a la regulación de la frecuencia del compresor ocasionada por el inverter, el modelo bibloc es el que más se ajusta a los parámetros de nuestra instalación y por consiguiente el que se ha seleccionado [3].

Como se justificará más adelante, cuando se dimensione el equipo, la potencia de condensación requerida es de 196 kW. Sin embargo, se elige una algo superior, para tener en cuenta las pérdidas de temperaturas en las tuberías y depósitos, así como una posible ampliación en el futuro.

Por ello se han seleccionado dos bombas de 115,2 kW cuyas características se encuentra en la ficha técnica del Anexo 1.

Acumulador ACS

Es necesario en una instalación de aerotermia, contar con un acumulador de ACS para almacenar dicha agua. Este equipo no es más que un tanque que dispone de un aislante térmico. En algunos casos constan de un serpentín para mantener la temperatura del agua.

Para abastecer el hotel al completo, como se justifica en el apartado de dimensionamiento, se necesitan 4 acumuladores de 6.000 litros cada uno, cuya ficha técnica se encuentra en el anexo 1.

Depósito de inercia

El depósito de inercia tiene ventajas para el funcionamiento y el ahorro energético de la instalación de aerotermia cuyo aspecto más significativo es su bajo precio.

Cabe destacar que, si la bomba de calor empleada en la instalación no dispone de tecnología inverter, el uso de un depósito de inercia es imprescindible para el buen funcionamiento de la misma.

Este depósito garantiza un caudal y un volumen mínimo de agua para que las bombas de calor puedan disipar energía y optimizar el número de arrancadas y paradas, consiguiendo una reducción de consumo y alargando la vida útil del compresor.

Se recomienda instalar un depósito de inercia con un volumen de 10-15 litros por cada kW de potencia de la bomba de calor, por ello se ha tomado 12,5 litros de referencia. Como consecuencia, nuestro depósito de inercia cuenta con un volumen de 2.880 litros. En el anexo 1 se localiza la ficha técnica del mismo.

Grupos de impulsión

El grupo de impulsión se encarga de mover el agua hasta el sistema de emisión. Como nuestra instalación debe abastecer de agua caliente a una superficie grande con varias plantas, es necesaria la instalación de grupos de impulsión para garantizar un caudal suficiente.

Sin embargo, para realizar el estudio económico no se tendrá en cuenta este equipo, ya que se asume que se puede reutilizar el de la instalación preexistente [6].

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la instalación de aerotermia:

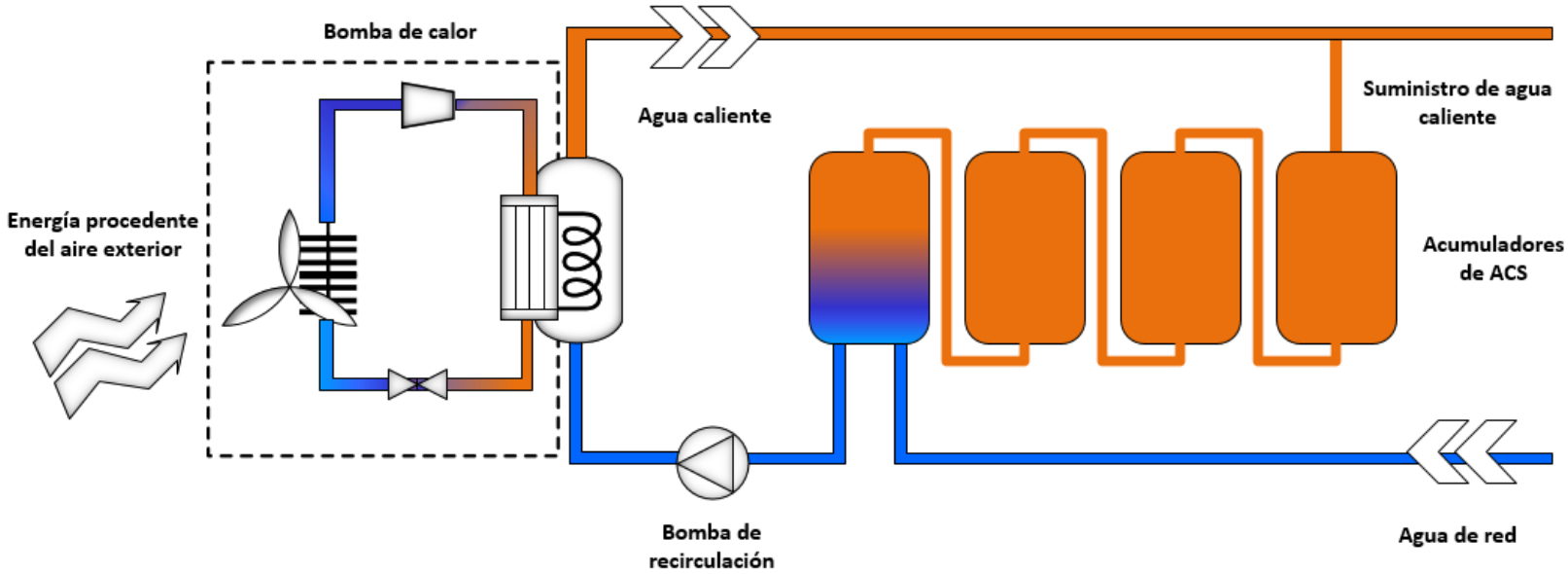


Gráfico 6. Diagrama de flujo de la instalación de aerotermia.

4.2. Otras tecnologías

4.2.1. Caldera de Gas Natural

De forma convencional, el agua caliente sanitaria (ACS) se ha obtenido a través de calderas de gas natural ya que su producción se considera instantánea e ilimitada.

Este equipo produce calor gracias a la quema de un combustible. Presentan un sistema mixto, donde cierta cantidad de agua es acumulada en un depósito para su posterior uso, mientras que el resto, ofrece una producción instantánea. Por este motivo, requieren una instalación doble constituida por dos tubos para el sistema de calefacción y otros dos para el sistema de agua caliente [7].

El calor producido durante la combustión se transmite al agua que circula por el interior mediante tres fenómenos: conducción, radiación y convección.

Por un lado, la conducción se lleva a cabo a través del contacto entre la llama y el cuerpo de la caldera donde está contenida el agua. Una vez alcanzada la temperatura deseada se dirige al circuito.

Por otro lado, se origina una leve zona de calentamiento por radiación entre la llama y las paredes del emplazamiento.

En lo referido a la convección, el calor engendrado por los humos producidos durante la combustión, los cuales se encuentran a altas temperaturas, aumenta la temperatura de las paredes del recipiente donde se encuentra contenida el agua [8].

A continuación, en el Gráfico 7 se muestra un esquema de una caldera.

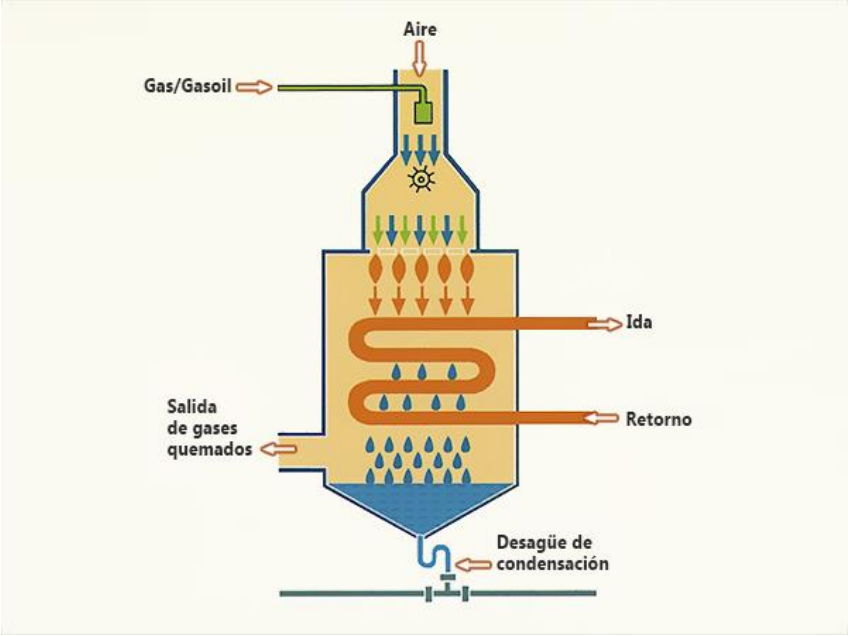


Gráfico 7. Funcionamiento de una caldera de condensación [9].

Tal y como se aprecia en la figura anterior, la caldera consta de los siguientes elementos principales:

- Quemador: Es el encargado de producir la llama a partir del gas natural.
- Cámara de combustión: Lugar donde se produce la combustión pudiendo alcanzar temperaturas de hasta 2.000 ºC
- Circuito de humos: Cuya finalidad es conducir los humos a través del equipo para aprovechar el calor que contienen. La superficie que presentan es muy elevada para maximizar el intercambio de calor.
- Caja de humos: Zona donde convergen los humos y salen al exterior a través de la chimenea.
- Retorno de agua: Toma a través de la cual el agua fría entra en la caldera.
- Salida de agua: Conducto por el que el agua caliente abandona la caldera.
- Circuito de agua: Zona por la que fluye el agua, absorbe calor y por consiguiente aumenta su temperatura [8].

Otra razón por la que se apostó convencionalmente por esta tecnología frente al resto, es debido a que a pesar de la necesidad de realizar una obra en la instalación y al coste que este supone, la inversión es amortizada en menos tiempo y por tanto permite un gran ahorro [7].

4.2.2. Solar térmica

La energía solar térmica se basa en aprovechar la energía que genera el sol para ser trasmitida a un medio que sea portador de calor, en general se usa el agua o el aire. Se trata de una energía renovable, sostenible y que respeta al medio ambiente.

Los colectores de energía solar térmica se encargan de captar la energía térmica de la radiación del sol. Los colectores son de baja, media o alta temperatura dependiendo de su forma de actuar.

- Colectores de baja temperatura: Suministran calor útil a temperaturas por debajo de los 65 ºC.
- Colectores de temperatura media: Proporcionan calor útil para temperaturas entre 100 y 300 ºC.
- Colectores de alta temperatura: Trabajan a temperaturas por encima de los 500 ºC. Estos se usados para producir energía eléctrica.

A continuación, se presenta una instalación solar térmica de baja temperatura:

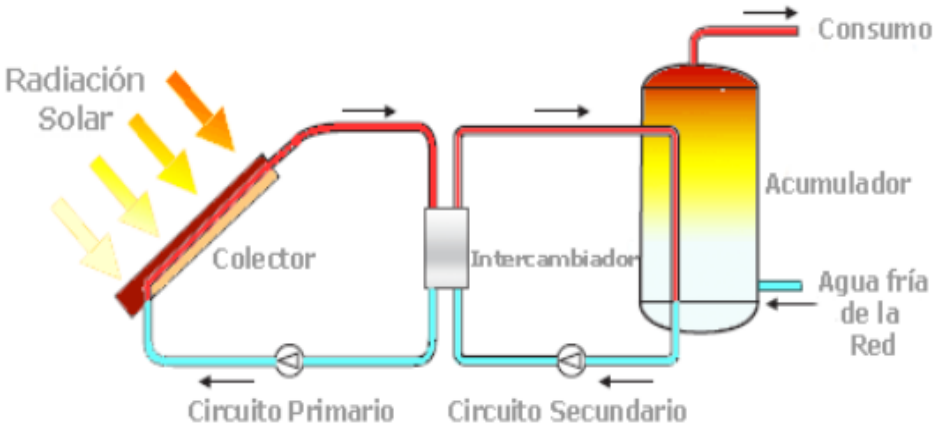


Gráfico 8. Esquema de funcionamiento de la instalación solar térmica.

Los sistemas de captación de la radiación solar se basan en la conexión entre los captadores o colectores solares. Su función es captar la energía del sol para transformarla en energía térmica, aumentando la temperatura del fluido que circula por la instalación.

El sistema de acumulación de la energía solar térmica radica en uno o más depósitos de acumulación de agua caliente para su posterior uso. El agua calentada en los sistemas de captación es enviada hasta el sitio donde se va a utilizar [9].

El componente de la energía solar térmica que separa el circuito primario del secundario es el intercambiador de calor. Su función es transportar el calor desde el agua glicolada del circuito primario de agua al circuito secundario [10].

Las bombas circuladoras en una instalación de tecnología solar térmica bombean el fluido para transportarlo por todo el circuito [11]. Además del sistema solar, se requiere el apoyo de una instalación térmica convencional (usualmente una caldera de gasóleo o de gas natural) para asegurar la demanda de ACS de la instalación, debido a la no gestionabilidad del sistema solar.

V DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

5.1. Base de cálculo

La instalación analizada para el estudio de viabilidad se trata de un hotel de cuatro estrellas localizado en el municipio de Sevilla y que cuenta con una capacidad total de 500 personas.

Es necesario tener en cuenta el Documento Básico (DB) del Código Técnico de la Edificación (CTE), que tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir la exigencia de ahorro de energía. La instalación de estudio, entraría dentro del ámbito de aplicación de Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria. En concreto quedaría enmarcada en el punto 1 b): edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.

La demanda orientativa de ACS por tanto, se extrae del CTE DB Anejo F, donde se establece un consumo de 55 litros/día*persona para hoteles de cuatro estrellas, como es el que nos ocupa. Por tanto, la demanda máxima de ACS por día será de 27.500 litros.

Resaltar que, en el caso particular de las bombas de calor, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOPdhw) superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente, y que no toda la energía generada por ellas puede considerarse como energía renovable. Conforme a lo establecido en el Anejo VII de la Directiva de Energías Renovables (2009/28/CE), la energía procedente de fuentes renovables (ERES) se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E_{res} = Q_{usable} \cdot (1-1/SCOP)$$

Siendo:

Q_{usable}: Calor útil total estimado proporcionado por la bomba de calor;

SCOP: rendimiento medio estacional.

El 100 % de la energía generada por la instalación de energía solar térmica debe considerarse como energía renovable.

Otros factores a tener en cuenta son la distribución mensual y horaria del consumo de ACS. Aclarar que en cuanto a la distribución semanal, no existirán distinciones entre días. Para calcular la distribución mensual máxima de ACS se ha consultado el Instituto Nacional de Estadística sobre el porcentaje de ocupación por mes de los hoteles de Sevilla, como se muestra en la Tabla 4 [1]. El Gráfico 9 recoge el consumo horario de ACS en los hoteles.

Tabla 4. Porcentaje de ocupación mensual de los hoteles de la ciudad de Sevilla.

Mes	% Ocupación sobre el total
Enero	50
Febrero	60
Marzo	75
Abril	85
Mayo	80
Junio	60
Julio	55
Agosto	48
Septiembre	68
Octubre	72
Noviembre	60
Diciembre	60

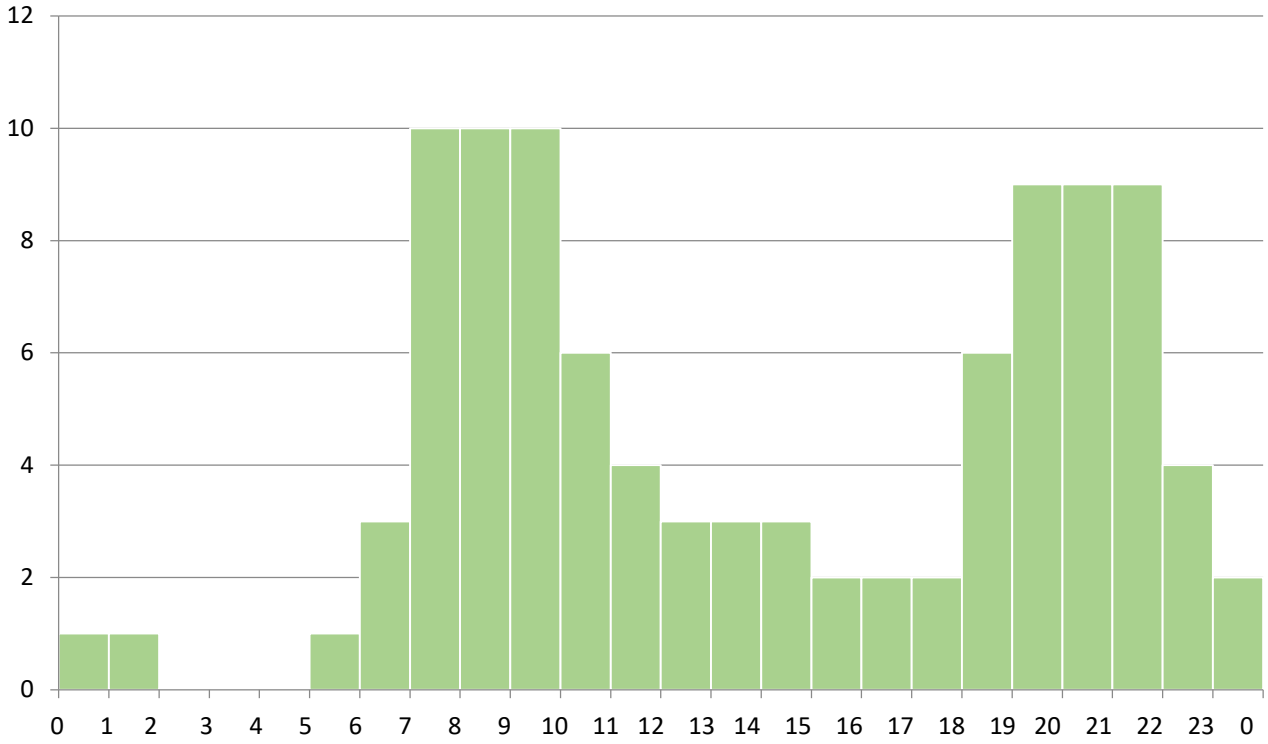


Gráfico 9. Consumo de ACS horario en los hoteles.

Por último, para calcular el consumo eléctrico mensual, es necesario conocer la temperatura media mensual del agua de red de la ciudad de Sevilla, mostrada en la Tabla 5 y cuyos datos se han extraído del IDAE [12].

Tabla 5. Temperatura media mensual del agua de red.

Mes	Temperatura (ºC)
Enero	11
Febrero	11
Marzo	13
Abril	14
Mayo	16
Junio	19
Julio	21
Agosto	21
Septiembre	20
Octubre	16
Noviembre	13
Diciembre	11

5.2. Dimensionamiento de la bomba de calor

En primer lugar, indicar que se va a realizar el dimensionamiento para una ocupación del 100% del hotel y teniendo en cuenta la temperatura más restrictiva del agua, siendo en este caso de 11ºC.

Para favorecer el ahorro económico, se pondrá en funcionamiento la bomba de calor para calentar el ACS en el tramo horario nocturno: la tarifa de acceso del hotel es la 6.1A, que consta de seis periodos horarios para los precios del término de potencia y del término de energía, correspondiendo el más barato al P6. Este abarca desde las 00:00 a las 8:00 de todos los días laborables, más fines de semana (sábados y domingos), fiestas nacionales y todo el mes de agosto. En estos días todo P6 se podría usar la bomba de calor durante todas las horas del día, no solo de 00:00 a 8:00.

Para poder estimar la potencia de la bomba de calor es necesario calcular previamente la potencia de condensador requerida. Para ello, se calcula la energía necesaria para calentar el agua por hora mediante un balance de energía:

$$Energía = m * \rho * \mathrm{Cp} * \Delta \mathrm{T}$$

Donde:

$\dot{m}$ es el volumen de agua en litros.

ρ es la densidad el agua en kg/l.

Cp es la capacidad calorífica del agua, con un valor de 1 kcal/ºC·kg.

ΔT es la diferencia de temperaturas entre la salida (60ºC) y la entrada (11ºC).

Cabe destacar que todos los cálculos que aparecen en las tablas sucesivas se hacen tomando de referencia el dato de 500 personas de ocupación y por tanto, un consumo de 27.500 litros al día.

Tabla 6. Cálculo de la energía necesaria.

Hora	Consumo (tanto por uno)	Agua (l)	Energía (kcal)	Energía (kWh)
1	0,01	275	13.475	15,67
2	0,01	275	13.475	15,67
3	0,00	0	0	0,00
4	0,00	0	0	0,00
5	0,00	0	0	0,00
6	0,01	275	13.475	15,67
7	0,03	825	40.425	47,01
8	0,10	2750	134.750	156,69
9	0,10	2750	134.750	156,69
10	0,10	2750	134.750	156,69
11	0,06	1650	80.850	94,01
12	0,04	1100	53.900	62,67
13	0,03	825	40.425	47,01
14	0,03	825	40.425	47,01
15	0,03	825	40.425	47,01
16	0,02	550	26.950	31,34
17	0,02	550	26.950	31,34
18	0,02	550	26.950	31,34
19	0,06	1650	80.850	94,01
20	0,09	2475	121.275	141,02
21	0,09	2475	121.275	141,02
22	0,09	2475	121.275	141,02
23	0,04	1100	53.900	62,67
24	0,02	550	26.950	31,34

Conociendo la energía total necesaria para nuestra instalación se ha realizado un proceso iterativo. Primero, se ha supuesto una potencia del condensador, y se ha analizado su efecto sobre la energía acumulada horaria. Se ha seguido este procedimiento hasta llegar a la potencia óptima de condensador, que se da cuando el ACS acumulado al final del día tiene un valor próximo a cero.

Estos datos se han empleado para seleccionar la bomba de calor, cuyas características se detallan en el apartado 4 y en el anexo 1.

Una vez escogida, se calculado el consumo eléctrico de la misma como sigue en la Tabla 7.

Tabla 7. Consumo energético y volumen de agua necesario.

Hora	Energía guardada (kWh)	Energía acumulada (kWh)	Agua caliente que sobra cada hora (l)	Agua caliente acumulada (l)
1	180,33	180,33	3.165	3.165
2	180,33	360,66	3.165	6.330
3	196,00	556,66	3.440	9.770
4	196,00	752,66	3.440	13.210
5	196,00	948,66	3.440	16.650
6	180,33	1128,99	3.165	19.815
7	148,99	1277,99	2.615	22.430
8	39,31	1317,30	690	23.120
9	-156,69	1160,62	- 2.750	20.370
10	-156,69	1003,93	- 2.750	17.620
11	-94,01	909,92	- 1.650	15.970
12	-62,67	847,24	- 1.100	14.870
13	-47,01	800,24	- 825	14.045
14	-47,01	753,23	- 825	13.220
15	-47,01	706,23	- 825	12.395
16	-31,34	674,89	- 550	11.845
17	-31,34	643,55	- 550	11.295
18	-31,34	612,22	- 550	10.745
19	-94,01	518,20	- 1.650	9.095
20	-141,02	377,19	- 2.475	6.620
21	-141,02	236,17	- 2.475	4.145
22	-141,02	95,15	- 2.475	1.670
23	-62,67	32,48	- 1.100	570
24	-31,34	1,14	- 550	20

5.3. Dimensionamiento de la caldera de gas natural

El dimensionamiento de la caldera de gas natural se ha realizado teniendo en cuenta la demanda máxima horaria de ACS mostrada en Tabla 6, siendo esta de 156,69 kWh. Por tanto, se ha escogido una caldera de la marca Vaillant modelo VKK 1606/3-E HL R1 con una potencia de 160 kW y un rendimiento del 97,8%. Todas las características se pueden consultar en la ficha técnica del anexo 1.

5.4. Dimensionamiento de la instalación solar térmica

Se emplea la metodología F-chart, válida para instalaciones de calentamiento de un fluido con temperaturas inferiores a 100ºC. Se basa en obtener la fracción solar, o grado de cobertura solar anual, entendida como el porcentaje de la demanda anual de ACS cubierta por la instalación solar:

$$f = 1{,}029 * D_1 - 0{,}065 * D_2 - 0{,}245 * D_1^2 + 0{,}0018 * D_2^2 + 0{,}0215 * D_1^3$$

Siendo D_1 y D_2 los parámetros a calcular, como se indica a continuación:

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador (EA_{MES}), y la demanda energética mensual del hotel (DE_{MES}).

$$D_1 = \frac{EA_{MES}}{DE_{MES}}$$

En este caso, la base es mensual, y por tanto hay que reformular la demanda energética (DE_{MES}):

$$DE_{MES} = m * \rho * DM * Cp * \Delta T$$

Donde:

ṁ es el volumen de agua en L/día.

ρ es la densidad el agua, 1 kg/L.

DM es el número de días del mes correspondiente.

Cp es la capacidad calorífica del agua, con un valor de 1 kcal/ºC·kg.

ΔT es la diferencia de temperaturas entre la salida (60ºC) y la entrada (11ºC).

Los datos de la irradiación del sol incidente sobre la ciudad de Sevilla pueden consultarse en la página web de la Agencia Andaluza de la Energía [13]. Así, se calcula la Energía solar incidente mensual sobre la superficie de los captadores (EI_{MES}), y su valor anual.

La energía mensual absorbida por los captadores, EA_{MES}, queda expresada de la siguiente forma:

$$EA_{MES} = Sc * \eta'_0 * EI_{MES}$$

$$\eta'_0 = \eta_0 * MAI * FC_1$$

Siendo:

Sc: la superficie de los captadores a instalar (m^2)

η_0: el rendimiento óptico del captador (0,797 en este caso)

MAI: modificador del ángulo de incidencia = 0,89.

FC_1: factor de corrección del conjunto captador –intercambiador (se suele tomar un valor de 0,95)

En este momento hay que iniciar un proceso iterativo, suponiendo una Sc y comprobando si la fracción obtenida solar obtenida es la requerida. Si F es menor que la requerida, hay que aumentar la Sc.

En la Tabla 8 se muestran los valores correspondientes a los parámetros necesarios mensuales para el cálculo de D_1.

Tabla 8. Cálculo de D_1.

Mes	DE_{MES} (kWh/mes)	EI_{MES} (kWh/m^2)	EA_{MES} (kWh/mes)	D_1
Enero	24.286,3	113,3	22.904,6	0,94
Febrero	26.323,3	137,6	27.817,1	1,06
Marzo	34.942,6	170,4	34.447,9	0,99
Abril	37.508,7	185,3	37.460,1	1,00
Mayo	34.893,0	198,1	40.047,7	1,15
Junio	23.598,8	204,2	41.280,9	1,75
Julio	21.262,9	214,3	43.322,7	2,04
Agosto	18.556,7	211,4	42.736,4	2,30
Septiembre	26.093,0	180,2	36.429,1	1,40
Octubre	31.403,7	149,4	30.202,6	0,96
Noviembre	27.052,3	121,5	24.562,3	0,91
Diciembre	29.143,6	93,5	18.901,9	0,65
Total	335.065,1	1.979,2	400.113,2	1,19

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía mensual perdida por los captadores (EP_{MES}), y la demanda energética mensual del edificio (DE_{MES})

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}}$$

La energía mensual perdida por los captadores, EP_{MES}, queda definida por la siguiente ecuación:

$$EP_{MES} = Sc * k'' * (100 - T_{AMB}) * HM * FC_2 * FC_3$$

donde: $k'' = k' * FC_1 * 10^{-3}$

siendo:

k´: el coeficiente global de pérdidas del captador, en este caso: 3,689 W/m^{2}K.

FC_1: factor de corrección del conjunto captador –intercambiador, e igual a 0,95.

T_{AMB}: la temperatura ambiente mensual (ºC), extraída de la norma UNE 94003 [14].

HM: horas del mes correspondiente.

FC_2: es el denominado factor de corrección por almacenamiento.

$$FC_2 = \left(\frac{V_{ac}}{75 * Sc}\right)^{-0,25}$$

Donde Vac es el volumen de acumulación solar (litros), que sigue un proceso iterativo.

FC_3: es el denominado factor de corrección para ACS, que relaciona las diferentes temperaturas:

$$FC_3 = \frac{11,6 + 1,18 * T_{AC} + 3,86 * T_{AF} - 2,32 * T_{AMB}}{100 - T_{AMB}}$$

La Tabla 9 muestra los resultados mensuales obtenidos para D_2:

Tabla 9. Cálculo de D_2.

Mes	FC_2	FC_3	EP_{MES}	D_2
Enero	1,03	1,12	80.588,10	3,32
Febrero	1,03	1,10	70.763,53	2,69
Marzo	1,03	1,16	80.639,65	2,31
Abril	1,03	1,18	77.430,28	2,06
Mayo	1,03	1,23	79.502,16	2,28
Junio	1,03	1,32	79.092,40	3,35
Julio	1,03	1,38	81.593,47	3,84
Agosto	1,03	1,38	81.593,47	4,40
Septiembre	1,03	1,36	80.292,99	3,08
Octubre	1,03	1,23	79.689,06	2,54
Noviembre	1,03	1,16	77.495,77	2,86
Diciembre	1,03	1,11	79.840,51	2,74
Total	1,03	1,23	948.521,40	2,83

Una vez obtenidos los parámetros D_1 y D_2, es posible calcular la fracción energética mensual proporcionada por el sistema de captación solar, de acuerdo con la fórmula ya indicada anteriormente.

La energía útil mensual absorbida por los captadores (EU_{MES}, en kWh/mes), será la fracción energética mensual proporcionada por el sistema de captación, multiplicado por la demanda energética mensual de ACS de la instalación (DE_{MES}):

$$EU_{MES} = f_{MES} * DE_{MES}$$

Por último, la fracción solar anual (Tabla 10), F, será el cociente entre la energía útil anual obtenida por los captadores, y la demanda anual de energía del hotel:

$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{EU_{AÑO}}}{\mathrm{DE_{AÑO}}}$$

Tabla 10. Resultados para la fracción solar anual.

Mes	f	EU_{MES}	F
Enero	0,57	13.957,61	57,47
Febrero	0,68	17.832,50	67,74
Marzo	0,66	22.939,84	65,65
Abril	0,68	25.438,65	67,82
Mayo	0,75	26.240,57	75,20
Junio	0,97	22.838,15	96,78
Julio	1,04	22.079,86	103,84
Agosto	1,08	20.077,83	108,20
Septiembre	0,83	21.777,26	83,46
Octubre	0,63	19.746,67	62,88
Noviembre	0,58	15.608,48	57,70
Diciembre	0,41	11.821,52	40,56
Total	0,75	250.104,13	74,64

La fracción solar deberá cubrir al menos el 71% de la demanda. Para cubrir el resto, se tendrá una caldera de gas natural que hará de combustible de apoyo, quedando distribuidos de la siguiente manera, como se muestra en el Gráfico 10:

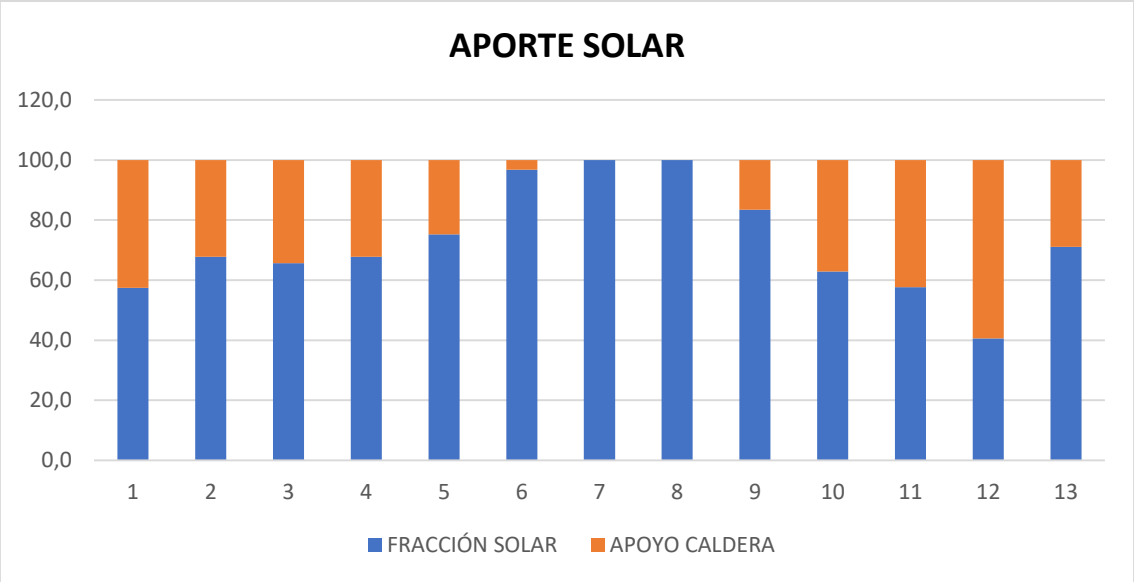


Gráfico 10. Aporte solar de la instalación.

Por tanto, según los resultados obtenidos, para cubrir el 70% de la demanda de ACS del hotel analizado, se necesitan 300 m^2 de paneles solares térmicos, de las características (rendimiento) especificadas, así como un volumen de acumulación de 20.000 litros. Considerando una superficie de captación de 2 m^2 (panel de 2,2 m de alto, por 1,1 m de ancho), el número de captadores será 150. La instalación de los captadores se realiza siguiendo el esquema del Gráfico 11:

Gráfico 11. Instalación de los captadores

VI ESTUDIO ECONÓMICO

El objetivo de este análisis consiste en determinar la viabilidad del proyecto, así como el ahorro obtenido al implantar la aerotermia frente a las otras tecnologías de producción de agua caliente sanitaria (ACS) mencionadas anteriormente en el documento.

Para ello se va a estimar la inversión inicial necesaria, el coste anual de la electricidad, los costes de instalación y mantenimiento y el ahorro obtenido en los distintos escenarios.

6.1. Inversión inicial

Para determinar la inversión inicial se han tenido en cuenta aquellos aspectos que son indispensables para la puesta en marcha de la aerotermia.

En primer lugar, tal y como se menciona en el estudio técnico, se necesitan dos bombas de calor cuya ficha técnica se encuentra en el Anexo 1 y cuyo coste se muestra en la Tabla 11 que aparece a continuación:

Tabla 11. Coste bombas de calor.

Equipo	Unidades	Coste por unidad (€)	Coste total (€)
Bomba de calor	2	30.904,80	61.809,60

Del mismo modo, son necesarios varios acumuladores de ACS y un depósito de inercia cuyas fichas técnicas se localizan en el anexo 1 y su coste se muestra en la Tabla 12:

Tabla 12. Coste equipos auxiliares.

Equipo	Unidades	Coste por unidad (€)	Coste total (€)
Acumulador de ACS	4	5.502,70	22.010,80
Depósito de inercia	1	5.003,60	5.003,60

En segundo lugar, en el caso de los grupos de impulsión, al ser empleados los preexistentes en la instalación su coste no se incluye en este apartado.

Finalmente, el coste al que asciende la inversión inicial es el siguiente Tabla 13:

Tabla 13. Inversión inicial.

Inversión inicial (€)	88.824,00

6.2. Coste de la electricidad

Para el cálculo del coste de la electricidad es necesario estimar la potencia del condensador. El procedimiento a seguir ya se ha explicado en el apartado de dimensionamiento (5.2.), por lo que a continuación sólo se van a representar los resultados Tabla 14:

Tabla 14. Potencia del condensador mensual.

Mes	Potencia del condensador (kW)
Enero	98
Febrero	118
Marzo	141
Abril	157
Mayo	141
Junio	99
Julio	86
Agosto	75
Septiembre	109
Octubre	127
Noviembre	113
Diciembre	118

De manera teórica, se relacionan estos valores con la potencia eléctrica consumida por la bomba de calor a través de la siguiente fórmula:

$$COP = \frac{Potencia\ del\ condesador}{Potencia\ eléctrica}$$

Siendo:

COP: Coeficiente de rendimiento

Potencia del condensador: La potencia térmica

Potencia eléctrica: La potencia eléctrica consumida por el compresor de la bomba de calor

El parámetro COP se obtiene directamente de la ficha técnica de la bomba de calor localizada en el anexo 1 y su valor asciende a 4,4. Cabe destacar que, por motivos de pérdidas de temperatura en tuberías y depósito, seguridad y posible ampliación en el futuro, los resultados obtenidos se han multiplicado por un factor de 1,17.

Como consecuencia los valores obtenidos se muestran en la Tabla 15:

Tabla 15. Potencia eléctrica mensual.

Mes	Potencia eléctrica (kW)
Enero	26,1
Febrero	31,4
Marzo	37,6
Abril	41,8
Mayo	37,6
Junio	26,4
Julio	22,9
Agosto	20
Septiembre	29
Octubre	33,8
Noviembre	30,1
Diciembre	31,4

Para determinar el coste mensual de la electricidad y por consiguiente el anual (Tabla 16 y Tabla 17), hay que tener en cuenta las siguientes restricciones:

- La bomba de calor sólo va a trabajar de las 00:00 h a las 8:00 h con la finalidad de aprovechar el bajo precio de la electricidad en las horas valle, debido a que es el caso más restrictivo. Éste equivale a 0,0604 €/ kWh y se corresponde con el coste variable de la energía.
- El coste fijo anual es de 341,39 €, donde va incluido el precio del contador eléctrico.
- El impuesto de la electricidad supone un sobrecoste del 5,11%.
- Todas las restricciones mencionadas están sujetas a IVA (21%).

Los costes variables de la energía mensual se han calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C_V = P * \mathrm{N}_H * \mathrm{N}_D * \mathrm{P}_e$$

Siendo:

C_V el coste variable de la energía (€),

P la potencia eléctrica en kWh,

N_H el número de horas en un día,

N_D el número de días del mes,

P_e el precio de la electricidad, con un valor de 0,0604 €/ kWh.

Tabla 16. Coste variable de la energía mensual.

Mes	Coste variable de la energía (€)
Enero	391,0
Febrero	425,2
Marzo	562,6
Abril	606,2
Mayo	562,6
Junio	382,3
Julio	343,1
Agosto	299,2
Septiembre	420,9
Octubre	506,7
Noviembre	436,3
Diciembre	470,8
TOTAL	5.407

Finalmente:

Tabla 17. Precio factura de la aerotermia.

Coste fijo (€/año)	Coste Variable (€/año)	Impuesto de la electricidad	IVA	Precio total (€/año)
341,39	5.407	5,11%	21%	7.311,17

6.3. Costes de instalación y mantenimiento

Los costes de instalación en el año 0 corresponden al 7% de la inversión inicial realizada, beneficio que corresponde a la empresa BeThermal por sus servicios.

El resto de cuotas a cobrar pertenecen al mantenimiento anual de la instalación.

A continuación, en la Tabla 18 se muestran los precios a pagar:

Tabla 18. Precio factura de la aerotermia.

Coste instalación (€)	Coste mantenimiento (€)
6.217,68	340

6.4. Ahorro

6.4.1. Caldera de gas natural frente a la aerotermia

Para determinar el ahorro que se obtiene al implantar aerotermia frente a gas natural en la factura anual, es necesario calcular el coste de esta última.

En primer lugar, es necesario calcular los kWh/mes y por consiguiente los kWh/año para la selección de la tarifa de gas natural. En la Tabla 19 se representan estos parámetros cuyos cálculos son análogos al dimensionamiento de la bomba de calor:

Tabla 19. kWh/año de la caldera de gas natural.

Mes	kWh
Enero	24.832,66
Febrero	26.915,39
Marzo	35.728,62
Abril	35.728,62
Mayo	35.677,94
Junio	24.129,69
Julio	21.741,24
Agosto	18.974,18
Septiembre	26.679,98
Octubre	32.110,14
Noviembre	27.660,86
Diciembre	29.799,19
TOTAL	342.602,37

Tras analizar los datos obtenidos se observa que el consumo es superior a 100.000 kWh/año por lo que la tarifa de gas natural seleccionada es la 3.4.

La tarifa de gas natural 3.4 se estructura según los siguientes parámetros: precio variable, impuesto sobre hidrocarburos, precio del contador y precio fijo.

El precio variable se obtiene según la siguiente ecuación:

$$P_V = C * Tc$$

Siendo,

P_V: precio variable (€/año)

C: consumo anual (kWh/año)

Tc: término de consumo de gas (€/kWh)

Tabla 20. Precio variable de la caldera de gas natural.

Consumo anual (kWh/año)	Término de consumo de gas (€/kWh)	Precio variable (€/año)
342.602,37	0,04647	15920,732

El impuesto sobre hidrocarburos es variable, ya que depende de los kWh que haya consumido la instalación durante un año. A continuación, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_H = C * P_I$$

Así como,

I_H: impuesto sobre hidrocarburo (€/año)

C: consumo anual (kWh/año)

P_I: precio impuesto (€/kWh)

Tabla 21. Impuesto sobre hidrocarburos.

Consumo anual (kWh/año)	Precio impuesto (€/kWh)	Impuesto sobre hidrocarburo (€/año)
342.602,37	0,00234	801,69

Por otro lado, el alquiler el contador de gas es un coste regulado por el Ministerio de Energía, cuyo valor asciende aproximadamente a 7,32 €/año.

Además, hay que tener en cuenta el precio fijo del gas natural siendo un importe que se debe pagar en cada factura por estar conectado al suministro. En nuestro caso, su cuantía se ha estimado a 971,64 €/año.

Una vez conocido todos los términos se emplea la siguiente fórmula para el cálculo final de la factura:

$$P_T = (P_V + I_H + P_C + P_F) * IVA$$

Donde,

P_T: precio total (€/año)

P_V: precio variable (€/año)

I_H: impuesto sobre hidrocarburo (€/año)

P_c: precio del contador (€/año)

P_F: precio fijo (€/año)

IVA: Impuesto sobre Valor Añadido del 21 %

Tabla 22. Precio total de la caldera de gas natural.

Precio variable (€/año)	Impuesto sobre hidrocarburo (€/año)	Precio del contador (€/año)	Precio fijo (€/año)	Precio total (€/año)
15920,732	801,69	7,32	971,64	21.418,67

Como resultado, el ahorro anual de la factura, instalando la aerotermia, se corresponde con:

Tabla 23. Ahorro con aerotermia.

Precio total caldera GN (€/año)	Precio total aerotermia (€/año)	Ahorro (€/año)
21.418,67	7.311,17	14.107,50

6.4.2. Caldera de gas natural frente a la solar térmica

Para determinar los principales beneficios que presenta la solar térmica, mayor competidor de la aerotermia, frente a la caldera de gas natural, es necesario calcular los distintos costes de la misma.

En el apartado anterior se ha puesto de manifiesto los costes de la caldera de gas natural, por lo que aquí solo se van a exponer los correspondientes a la solar térmica.

En primer lugar, cabe destacar que para la realización de este presupuesto se usa como base de comparación el PEM (Presupuesto de Ejecución Material) el cuál es el importe resultante de los costes de materiales, mano de obra y equipos entre otros. Por tanto, el presupuesto se agrupa en tres grandes términos: precio de ejecución material, gastos generales y beneficio industrial.

En lo referido al precio de ejecución material, tal y como se menciona en el apartado de dimensionamiento, se requiere una extensión de 300 m^2 para poder disponer de manera eficiente los 150 captadores. Además, se precisa de otros elementos como tuberías, valvulería, acumuladores etc., cuya inversión porcentual estimada se muestra en la Tabla 24:

Tabla 24. Inversión porcentual.

Equipo	% de coste
Captadores solares	30,8
Tuberías, revestimiento y aislamiento	18,5
Valvulería, medición, control y estructura de soportes de captadores	8,9
Acumuladores de ACS	12,7
Intercambio térmico, vasos de expansión y disipador de calor	12,5
Bombas	16,6

Tras analizar el mercado y teniendo en cuenta los valores de la Tabla 24 se estima que el precio de ejecución material asciende a 120.000 €.

Por otro lado, los gastos generales engloban los costes de la mano de obra, equipos auxiliares de elevación y una serie de costes administrativos. De manera estándar, este tipo de gastos representan el 13% del PEM por lo que su valor se puede aproximar a 15.600€.

Finalmente, se incluye el beneficio industrial que es el importe que se estima que gana el adjudicatario y que se fija en torno al 6% del PEM.

Todos los términos que engloban el PEM están sujetos a IVA por lo que se incrementa la cuantía de éste en un 21%.

A modo de resumen, se muestra el presupuesto final en la Tabla 25.

Tabla 25. Presupuesto final.

Concepto	**€**
Precio de ejecución material	120.000
Gastos generales	15.600
Beneficio Industrial	7.200
Subtotal	142.800
IVA	29.988
Presupuesto final	172.788

Una vez cuantificado el coste de inversión de la instalación es necesario determinar el importe de la factura anual. Para ello es necesario conocer los kWh/mes y por consiguiente los kWh/año de gas natural consumidos por la instalación (un 71% de media del total de las necesidades de calentamiento del ACS) en los instantes en los que la solar térmica no está en funcionamiento consumidos por la instalación en los instantes en los que la solar térmica no está en funcionamiento a causa de la limitación del recurso solar. Los datos se muestran en la Tabla 26:

Tabla 26. kWh/mes aportados con la solar térmica.

Mes	**kWh**
Enero	13.957,6
Febrero	17.832,5
Marzo	22.939,8
Abril	25.438,6
Mayo	26.240,6
Junio	22.838,1
Julio	21.262,9
Agosto	18.556,7
Septiembre	21.777,3
Octubre	19.746,7
Noviembre	15.608,5
Diciembre	11.821,5

A través de los valores de la Tabla 26 y empleando el mismo procedimiento descrito en la estimación económica de la caldera de gas natural se consiguen los siguientes parámetros (Tabla 27):

Tabla 27. Precio total de la solar térmica.

Precio variable (€/año)	Impuesto sobre hidrocarburo (€/año)	Precio del contador (€/año)	Precio fijo (€/año)	Precio total (€/año)
4.217,83	9,87	7,32	650,64	5.911,65

Como resultado, el ahorro anual de la factura, instalando la solar térmica, se corresponde con:

Tabla 28. Ahorro con solar térmica.

Precio total caldera GN (€/año)	Precio total solar térmica (€/año)	Ahorro (€/año)
21.418,67	5.911,65	15.507,02

6.4.3. Comparativa de la rentabilidad entre la aerotermia y la solar térmica

Como se observa en los dos puntos anteriores, la solar térmica tiene un mayor ahorro en la factura anual, sin embargo, es necesario hacer un análisis económico exhaustivo para poder elegir que tecnología será mejor implementar.

Para evaluar la rentabilidad de las dos instalaciones (aerotermia y solar térmica) se han usado los métodos del VAN (valor actual neto) y el TIR (tasa interna de retorno).

Para calcular los factores mencionados anteriormente es necesario calcular los flujos de caja de cada año, considerando que se ha realizado para los primeros 30 años. Cabe señalar que el primer año no se encuentra en funcionamiento debido a la construcción de la misma.

La inversión se realiza en los primeros cinco años, tanto para la instalación de aerotermia como para la solar térmica. A continuación, se muestran los datos en las Tabla 29 y Tabla 30:

Tabla 29. Inversión aerotermia.

Año	Inversión (€)
0	17.764,80
1	17.764,80
2	17.764,80
3	17.764,80
4	17.764,80
5	0

Tabla 30. Inversión solar térmica.

Año	Inversión (€)
0	33.117,60
1	33.117,60
2	33.117,60
3	33.117,60
4	33.117,60
5	0

El ahorro se contabiliza en todos los años a excepción del año 0, donde la instalación se encuentra en construcción. El ahorro es el mismo todos los años y se observa en la Tabla 23 y Tabla 28.

Los gastos contabilizan los costes de la instalación en el año 0 y los costes de mantenimiento a partir del año 1, iguales para las dos tecnologías. A continuación, se presentan los gastos de la aerotermia (gastos BeThermal) y los de la solar térmica (gastos adjudicatario):

Tabla 31 Gastos.

Año	Gastos BeThermal (€)	Gastos adjudicatario (€)
0	6.217,68	7.200,00
1	340,00	340,00

El valor anual de la depreciación se corresponde con el total de la inversión dividido entre los 30 años, que constituyen el periodo de depreciación. En la siguiente Tabla 32 se presenta la depreciación para el caso de la aerotermia y para el caso de la solar térmica:

Tabla 32. Depreciación.

Depreciación aerotermia (€)	Depreciación solar térmica (€)
2.960,80	5.519,60

En beneficio neto se calcula como:

$$BN = A - C_{im}$$

Donde,

BN: Beneficio neto.

A: Ahorro.

C_{im}: Coste de instalación y mantenimiento.

El Flujo de Caja Neto representa las salidas y entradas de dinero en la empresa, por lo que se calcula:

$$FNC=BN + D – In$$

Correspondiéndose,

BN: Beneficio neto

D: Depreciación

In: Inversión

Se adjunta las gráficas FNC-AÑO, Gráfico 12 y Gráfico 13:

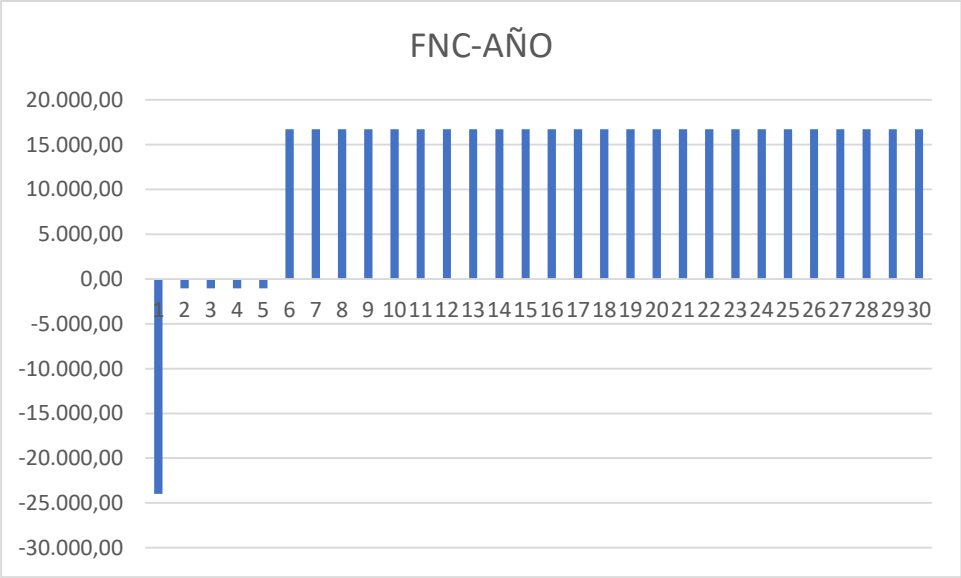


Gráfico 12. FNC-AÑO aerotermia.

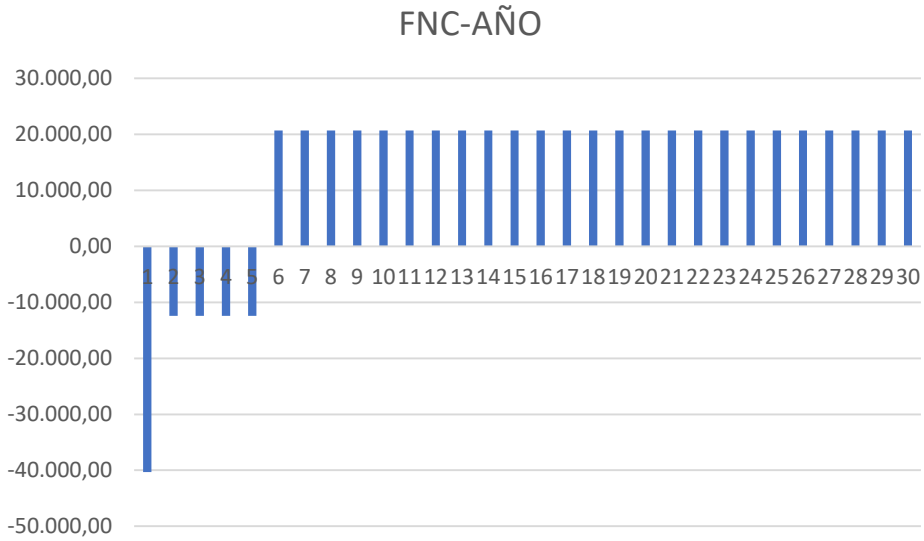


Gráfico 13. FNC-AÑO solar térmica.

<u>Cálculo del VAN y el TIR</u>

El valor actual neto (VAN) comprende los fondos generados por encima de la rentabilidad mínima exigida, después de haber recuperado la inversión inicial. Se obtiene usando la siguiente fórmula:

$$VAN = -A + \sum_{n=1}^{N} \frac{FNCn}{(1+k)^n}$$

Siendo

A: inversión realizada en el momento inicial.

FNC: Flujo Neto de Caja en cada periodo.

k: tasa interna de rentabilidad.

N: Número de periodos de tiempo.

La tasa de rentabilidad se asume del 10%.

Si el VAN da un resultado positivo quiere decir que el proceso es rentable, es decir se obtienen beneficios. A continuación, se presentan los valores del VAN para la instalación de aerotermia y para la solar térmica.

Tabla 33. VAN.

VAN aerotermia (€)	VAN solar térmica (€)
158.317,70	209.705,76

Se adjunta la gráfica VAN-AÑO, Gráfico 14 y Gráfico 15:

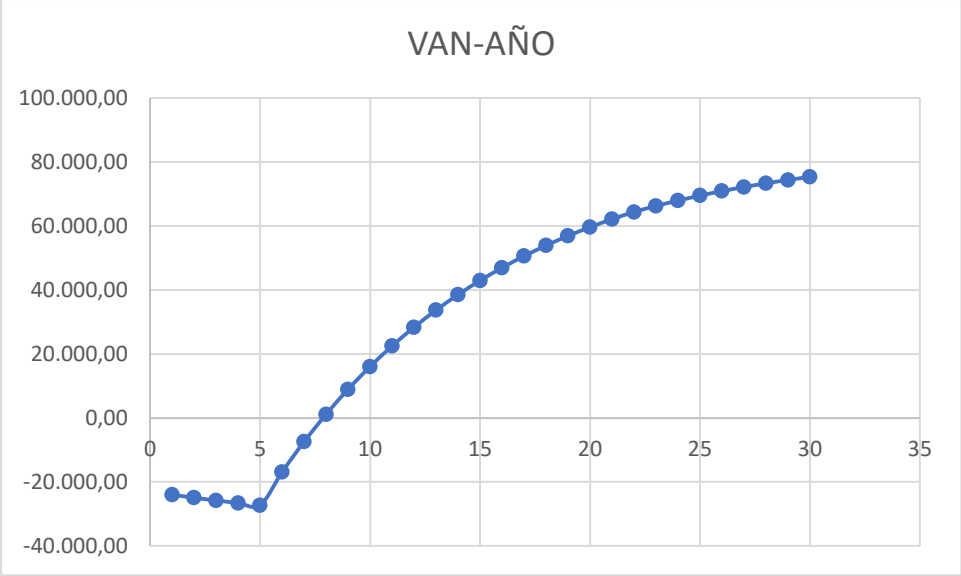


Gráfico 14. VAN-AÑO aerotermia.

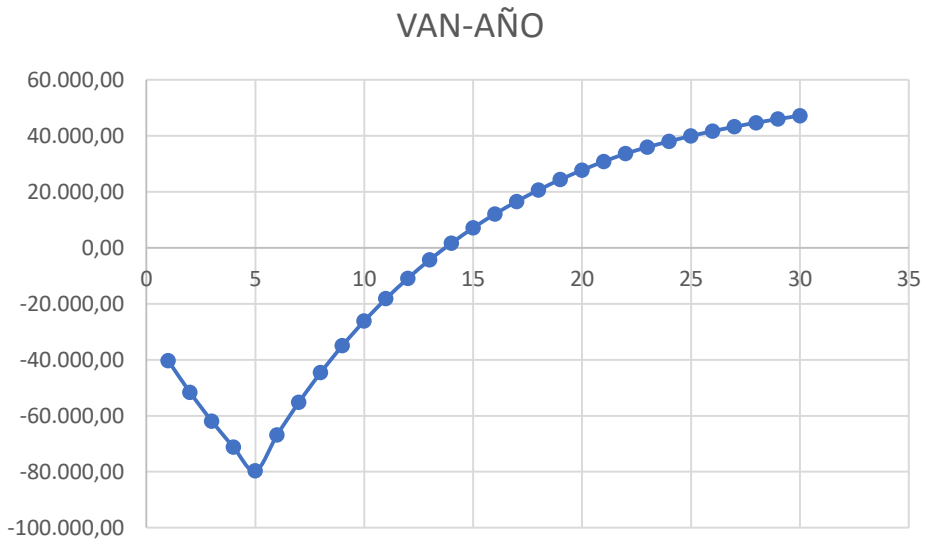


Gráfico 15. VAN-AÑO solar térmica.

De estos resultados presentados, se aprecia que para la instalación de aerotermia es entre los años 6 y 7 cuando la instalación empieza a ser rentable, es decir, el VAN comienza a ser positivo, mientras que para la solar térmica, esto tiene lugar entre los años 15 y 16. Por tanto, el proyecto que tiene un menor plazo de recuperación es la instalación de aerotermia, ya que es la que permite compensar en menos años el desembolso inicial.

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa que permite saber la viabilidad de un proyecto, determinando la rentabilidad de este.

Matemáticamente es la tasa de rentabilidad que hace el VAN igual a cero.

$$0 = -A + \sum_{n=1}^{N} \frac{FNCn}{(1+TIR)^n}$$

Si el TIR es mayor a la tasa de rentabilidad (k=10%) quiere decir que el proyecto es viable.

Tabla 34. TIR.

TIR aerotermia (%)	TIR solar térmica (%)
25%	15%

Todos los valores del análisis económico de cada uno de los años se adjuntan a continuación:

Tabla 35. Análisis económico de la aerotermia.

Año	Inversión	Ahorro	Gastos BeThermal	Depreciación	BN	FNC	FNC Actualizado	VAN
0	17.764,80	0,00	6.217,68	0,00	-6.217,68	-23.982,48	-23.982,48	-23.982,48
1	17.764,80	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	-1.036,50	-942,27	-24.924,75
2	17.764,80	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	-1.036,50	-856,61	-25.781,36
3	17.764,80	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	-1.036,50	-778,74	-26.560,10
4	17.764,80	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	-1.036,50	-707,94	-27.268,05
5	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	10.386,96	-16.881,09
6	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	9.442,69	-7.438,40
7	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	8.584,26	1.145,86
8	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	7.803,88	8.949,74
9	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	7.094,43	16.044,17
10	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	6.449,48	22.493,66
11	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	5.863,17	28.356,82
12	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	5.330,15	33.686,98
13	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	4.845,59	38.532,57
14	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	4.405,08	42.937,65
15	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	4.004,62	46.942,27
16	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	3.640,57	50.582,84
17	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	3.309,60	53.892,44
18	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	3.008,73	56.901,18
19	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	2.735,21	59.636,39
20	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	2.486,56	62.122,94
21	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	2.260,50	64.383,45
23	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.868,19	66.251,63
24	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.698,35	67.949,98
25	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.543,96	69.493,94
26	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.403,60	70.897,53
27	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.276,00	72.173,53
28	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.160,00	73.333,53
29	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	1.054,54	74.388,07
30	0	14.107,50	340,00	2.960,80	13.767,50	16.728,30	958,67	75.346,74

Tabla 36. Análisis económico de la solar térmica.

Año	Inversión	Ahorro	Gastos adjudicatarios	Depreciación	BN	FNC	FNC Actualizado	VAN
0	33.117,60	0,00	7.200,00	0,00	-7.200,00	-40.317,60	-40.317,60	-40.317,60
1	33.117,60	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	-12.430,98	-11.300,89	-51.618,49
2	33.117,60	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	-12.430,98	-10.273,54	-61.892,03
3	33.117,60	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	-12.430,98	-9.339,58	-71.231,61
4	33.117,60	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	-12.430,98	-8.490,53	-79.722,13
5	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	12.844,76	-66.877,37
6	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	11.677,06	-55.200,31
7	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	10.615,51	-44.584,81
8	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	9.650,46	-34.934,34
9	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	8.773,15	-26.161,20
10	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	7.975,59	-18.185,61
11	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	7.250,53	-10.935,08
12	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	6.591,39	-4.343,68
13	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	5.992,18	1.648,49
14	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	5.447,43	7.095,93
15	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	4.952,21	12.048,14
16	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	4.502,01	16.550,15
17	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	4.092,74	20.642,89
18	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	3.720,67	24.363,56
19	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	3.382,43	27.745,99
20	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	3.074,93	30.820,92
21	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	2.795,39	33.616,32
23	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	2.310,24	35.926,56
24	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	2.100,22	38.026,78
25	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	1.909,29	39.936,07
26	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	1.735,72	41.671,79
27	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	1.577,93	43.249,72
28	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	1.434,48	44.684,20
29	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	1.304,07	45.988,27
30	0	15.507,02	340,00	5.519,60	15.167,02	20.686,62	1.185,52	47.173,79

6.5. Comparativa ambiental

Un factor clave a tener en cuenta para la selección de la instalación a implantar son las emisiones de CO_2 de cada tecnología, que se calculan a través de la siguiente fórmula:

$$Emisiones\ de\ CO_2 = FE * C$$

Donde:

FE es el Factor de emisión, que toma dos valores diferentes: por un lado el factor de emisión de la energía eléctrica, de 0,25 kg CO_2/kWh, y para el caso del gas natural, de 0,202 kg CO_2/kWh.

C es el consumo anual de la tecnología, en kW/h.

Las emisiones se muestran en la Tabla 37:

Tabla 37. Emisiones de CO_2 (kg/año) de cada tecnología.

Aerotermia	Caldera de gas natural	Solar térmica (apoyo combustible)
22.379,8	69.205,7	19.602,93

En resumen, al implantar la aerotermia con respecto al gas natural se evitaría la emisión de 46.825,9 kg de CO_2 por año.

VII PLAN DE FINANCIACIÓN

En este apartado se va a especificar el plan de financiación requerido para llevar a cabo el proyecto empresarial, BeThermal. Se muestra el análisis financiero de la empresa en los diez primeros años.

7.1. Plan de inversión

El plan de inversión se emplea para definir cuáles son las inversiones y gastos iniciales a realizar por la empresa para su correcto funcionamiento. Al comienzo de la creación de un negocio se tienen muchos gastos provocados por la puesta en marcha de la empresa. Por ello, es importante realizar un estudio que nos permita estimar la inversión que conlleva iniciar con la actividad de la misma.

A continuación, se presentan las Tabla 38 y Tabla 39 donde se muestran las estimaciones realizadas para el plan de inversión. Cabe destacar que en el apartado de maquinaria se contabiliza con valor nulo debido a que la empresa no compra los materiales necesarios para la instalación hasta que se acuerde el servicio.

Tabla 38. Total inversión inicial.

Mobiliario	550 €
Maquinaria	0 €
Equipos informáticos (ordenadores, impresora)	4.500 €
Desarrollo web	7.000 €
Certificaciones, homologaciones	2.500 €
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	14.550 €

Tabla 39. Total gastos iniciales.

Notaría	350 €
Nombre en Registro Mercantil	35 €
Inscripción en Registro Mercantil	250 €
Publicidad de lanzamiento	5.000 €
Fianzas de locales alquilados	8.000 €
Apertura cuenta bancaria	3.000 €
TOTAL GASTOS INICIALES	16.635 €

7.2. Financiación

Conseguir financiación para un proyecto empresarial es imprescindible para hacer que un negocio crezca y obtenga los mejores resultados. Como consecuencia, BeThermal acude a las siguientes vías de financiación para llevar a cabo la inversión inicial necesaria:

- Fondos propios: 40.000 € que aportan los socios a partes igualitarias (10.000 € cada socio).
- Préstamo bancario: 40.000 € a pagar a 10 años, con un interés anual del 6% y una comisión de apertura del 1,5 %.

El préstamo bancario se pide como ayuda extra para pagar los equipos necesarios (maquinaria) para la instalación de aerotermia una vez que se hayan contratado los servicios.

7.3. Gastos

Una vez que se contabilizan los gastos iniciales para poner en marcha BeThermal, se realiza una estimación de los gastos que tendrá la empresa en sus primeros 10 años de funcionamiento.

- Personal: Se cuenta con los 4 socios principales de la empresa y con dos instaladores de aerotermia.
- Alquileres: Se dispone de una oficina en Sevilla y una nave industrial a las afueras de esta.

En la Tabla 40 se especifican todos los gastos que se estiman tener durante esos 10 años.

7.4. Ingresos

Como ya se ha explicado en puntos previos, BeThermal es una empresa de servicios energéticos que genera ingresos gracias a tres vías distintas, siendo estas:

- Margen de ganancia: diferencia entre el precio que se paga al fabricante (cuenta con un 15% de descuento sobre el PVP) y el precio que paga el cliente (PVP total).
- Instalación: será del 7% del PVP de los equipos.
- Mantenimiento: 340 € anuales, que se comenzarán a cobrar al año siguiente de haber realizado la instalación.

Para realizar los flujos de caja se estiman que los servicios requeridos van aumentando en cuatro proyectos anuales, hasta llegar a los 40 el décimo año. En la Tabla 41 se detallan los ingresos esperados en los 10 primeros años.

A continuación, se presenta el Gráfico 16 indicando la proporción que genera cada ingreso en nuestra empresa, siendo la mayor parte de los beneficios gracias al margen de ganancia:

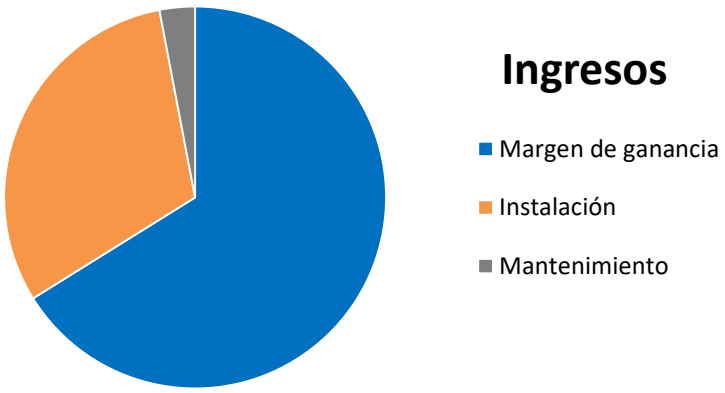


Gráfico 16. Porcentaje de cada actividad sobre el ingreso total.

Tabla 40. Total gastos.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal	0 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €	88.800 €
Seguridad social	0 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €	26.640 €
Alquileres	0 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €	48.000 €
Suministro electricidad	0 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €
Agua, saneamiento y basura	0 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €	1.800 €
Telefonía, internet	0 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €
Alojamiento y servicios web	0 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €
Alarma, compañía de seguridad	0 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €
Material de oficina, papelería	0 €	360 €	360 €	360 €	360 €	360 €	360 €	360 €	360 €	360 €	360 €
Transportes y desplazamientos	0 €	1.200 €	1.700 €	2.200 €	2.700 €	3.200 €	3.700 €	3.800 €	3.900 €	4.000 €	4.000 €
Marketing	0 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Maquinaria	0 €	170.000 €	340.000 €	510.000 €	680.000 €	850.000 €	1.020.000 €	1.190.000 €	1.360.000 €	1.530.000 €	1.700.000 €
Comisión préstamo	0 €	600 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Devolución principal	0 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €	4.000 €
Intereses bancarios	0 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €
TOTAL GASTOS	0 €	359.200 €	529.100 €	699.600 €	870.100 €	1.040.600 €	1.211.100 €	1.381.200 €	1.551.300 €	1.721.400 €	1.891.400 €

Tabla 41. Total ingresos.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proyectos anuales	-	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Margen de ganancia	-	200.000 €	400.000 €	600.000 €	800.000 €	1.000.000 €	1.200.000 €	1.400.000 €	1.600.000 €	1.800.000 €	2.000.000 €
Instalación	-	14.000 €	28.000 €	42.000 €	56.000 €	70.000 €	84.000 €	133.000 €	98.000 €	112.000 €	140.000 €
Mantenimiento	-	0 €	1.360 €	2.720 €	4.080 €	5.440 €	6.800 €	8.160 €	9.520 €	10.880 €	12.240 €
TOTAL INGRESOS	-	214.000 €	429.360 €	644.720 €	860.080 €	1.075.440 €	1.290.800 €	1.506.160 €	1.721.520 €	1.936.880 €	2.152.240 €

7.5. Flujo de Caja, VAN y TIR

Los flujos de Caja ya explicados anteriormente (punto 6.4.3), se exponen en la Tabla 42 para los primeros 10 años.

Tabla 42. Flujo de caja de BeThermal.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de caja (€)	48.815 €	-145.200 €	-99.740€	-54.880€	-10.020 €	34.840 €	79.700 €	124.960 €	170.220 €	215.480 €	260.840 €
Flujo de caja actualizado (€)	48.815 €	-132.000 €	-82.430 €	-41.232 €	-6.844 €	21.633 €	44.989 €	64.124 €	79.409 €	91.385 €	100.565 €

Una vez calculados los flujos de caja para los años correspondiente, se obtiene el VAN y el TIR que tiene la empresa según las estimaciones de datos requeridas para estos cálculos.

Tabla 43. VAN y TIR de BeThermal.

VAN (€)	**TIR (%)**
188.414 €	22%

Se observa que el VAN, una vez pasado los primeros 5 años desde que se crea la empresa, es positivo, es decir, se obtienen beneficios. A su misma vez, el TIR es mayor que la tasa de rentabilidad (k=10%), concluyendo de esta forma que nuestra empresa es rentable y viable.

VIII RESUMEN Y CONCLUSIONES

Tras realizar el estudio técnico-económico de la aerotermia se puede concluir lo siguiente:

A nivel técnico, presenta numerosas ventajas frente al resto de energías renovables para la producción de agua caliente sanitaria (ACS):

Al depender únicamente del aire para su funcionamiento, el cual se puede considerar una fuente inagotable de energía, la generación del ACS puede adaptarse a las condiciones de consumo existentes en cada momento.

Además, los módulos son muy sencillos de instalar y de mantener, por lo que no es preciso realizar un gran proyecto de obra civil para la implantación de la misma.

La ubicación de los equipos es simple ya que ocupan poco espacio y se pueden poner tanto a la intemperie como en el interior. Presentan elevada eficiencia energética, son poco ruidosos y muy versátiles ya que pueden trabajar con temperaturas bajo cero.

A nivel económico, a pesar de necesitar una elevada inversión, ésta se encuentra muy por debajo de la necesaria en el resto de las tecnologías limpias, lo que te permite recuperar el capital invertido en un corto periodo de tiempo.

Asimismo, al trabajar únicamente con un equipo que consume energía eléctrica, se produce un gran ahorro energético, que en condiciones óptimas roza el 75%.

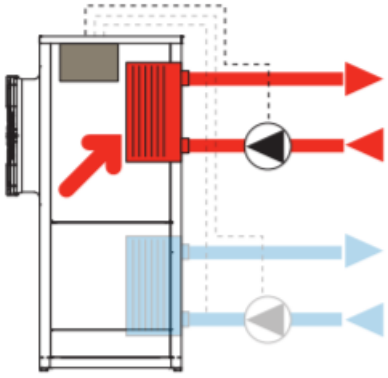
Del mismo modo, como no se almacena ni quema ningún tipo de combustible, se evita la emisión de gases de combustión, y la necesidad de tener que acumular algún elemento inflamable.

En resumen, la aerotermia es la única tecnología limpia, gestionable y segura que permite obtener agua caliente sanitaria a un bajo costo y provocando un gran ahorro energético en la factura.

IX ANEXO I

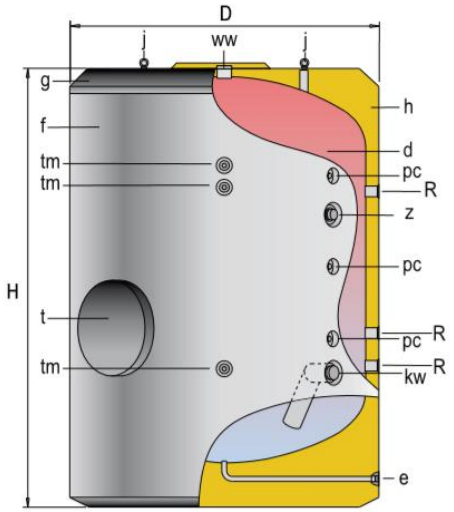
FICHA TÉCNICA BOMBA DE CALOR

FICHA TÉCNICA BOMBA DE CALOR		
MARCA		Tecna
CARACTERÍSTICAS GENERALES		Modelo 100
Potencia térmica	kW	115,2
Potencia absorbida	kW	1910
COP		4,4
Caudal de agua	l/h	1.651
Temperatura aire externo	ºC	20
Humedad Relativa	%	60



FICHA TÉCNICA ACUMULADOR

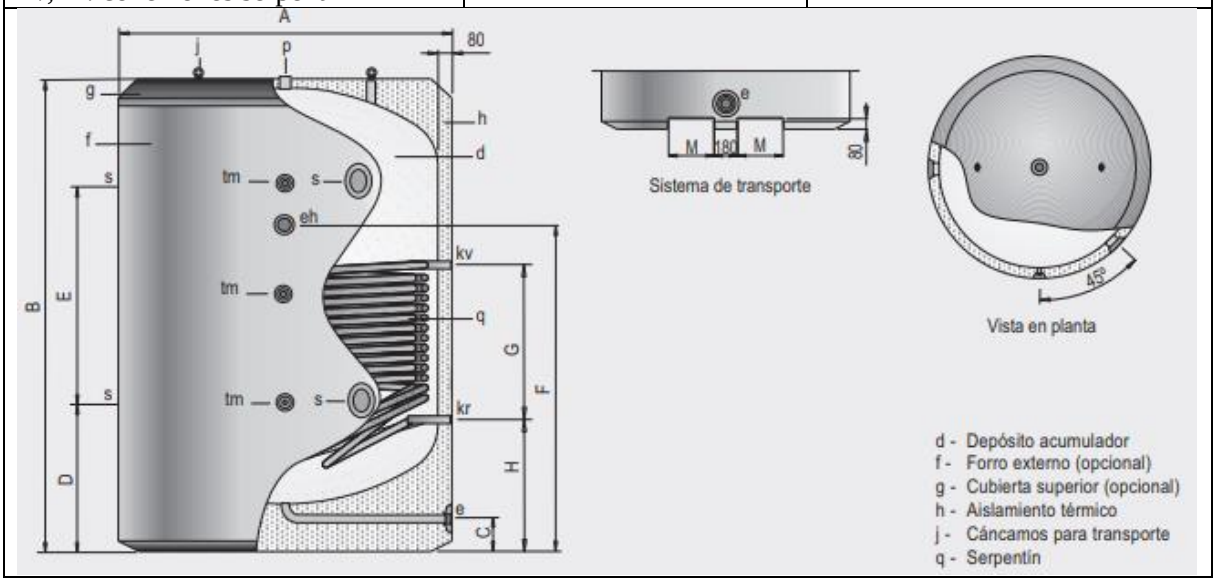
FICHA TÉCNICA ACUMULADOR		
MARCA		Lapesa
CARACTERÍSTICAS GENERALES		MXV-6000-RB
Capacidad ACS	l.	6000
D: Diámetro exterior	mm.	1910
H: Altura total	mm.	3210
Diagonal	mm.	3735
kw: entrada agua red	“GAS/M	3
ww: salida ACS	“GAS/M	3
z: recirculación ACS	“GAS/M	2
e: vaciado	“GAS/M	2
R: conexión lateral	“GAS/M	2
pc: conexión “Lapesa correx-up”	“GAS/M	3/4
Peso en vacío (aprox)	kg	730



t - Boca de hombre DN 400
d - Depósito acumulación ACS
f - Forro externo
g - Cubierta superior
h - Aislamiento térmico
j - Cáncamos para transporte

FICHA TÉCNICA DEPÓSITO DE INERCIA

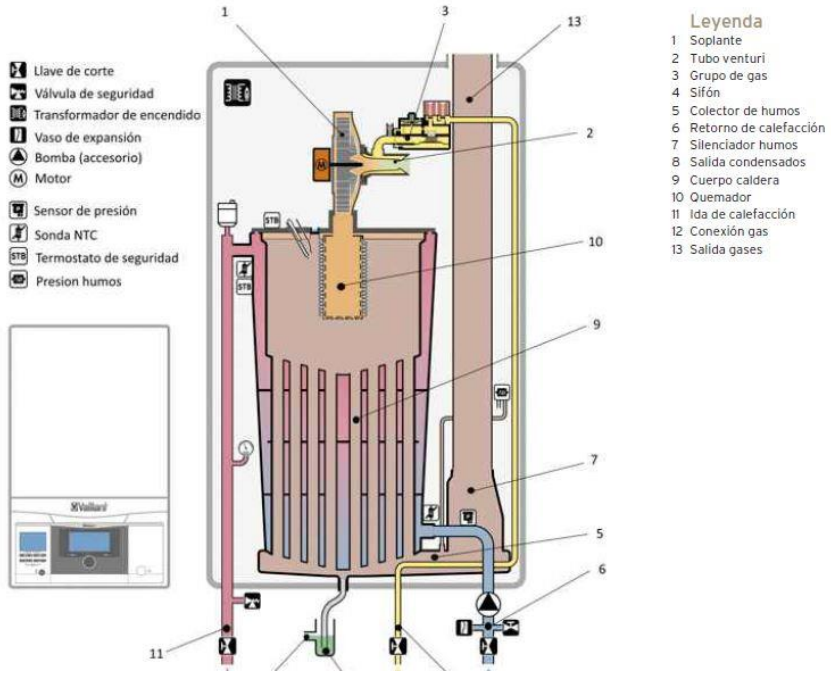
FICHA TÉCNICA DEPÓSITO DE INERCIA		
MARCA		Lapesa
CARACTERÍSTICAS GENERALES		MV3000IS
Capacidad depósito de inercia	l	3000
Temperatura máx.	ºC	100
Presión max.	bar	6
Capacidad de serpentín	l	41
Superficie de intercambio	m^2	5,7
Peso en vacío (aprox.)	Kg	601
Cota A: diámetro exterior	mm	1660
Cota B: longitud total	mm	2305
Cota C:	mm	195
Cota D:	mm	835
Cota E:	mm	880
Cota F:	mm	1552
Cota G:	mm	780
Cota H:	mm	796
Cota M:	mm	285
p: conexión superior	“GAS/H	2
s: conexión lateral	“GAS/H	4
e: desagüe	“GAS/M	1-1/2
eh: conexión lateral	“GAS/H	2
tm: conexión sensores laterales	“GAS/H	1/2
kv, kr: conexiones serpentín	“GAS/H	1



7.

FICHA TÉCNICA CALDERA DE GAS NATURAL

FICHA TÉCNICA DEPÓSITO DE INERCIA		
MARCA		Vaillant
CARACTERÍSTICAS GENERALES		VKK 1606/3-E HL R1
Potencia	kW	160
Caldera tipo		condensación
Alto.	mm	1.285
Ancho	mm	695
Profundidad	mm	601
Peso	Kg	235
Combustible		Gas natural
Clase energética		A
Diámetro salida de gases	mm	150
Longitud máxima horizontal	m	3
Longitud máxima vertical	m	6



X REFERENCIAS

[1] “Empresas por CCAA, actividad principal (grupos CNAE 2009) y estrato de asalariados.(298).” https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=298#!tabs-tablahttp://www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/publicaciones/estadisticas/salud_2015.pdf (accessed May 18, 2020).

[2] “Statistics & Facts - Global Wellness Institute.” https://globalwellnessinstitute.org/press-room/statistics-and-facts/ (accessed May 21, 2020).

[3] “Caloryfrio.com - Todo sobre calefacción, aire acondicionado, ahorro y eficiencia energética, energías renovables y sanitarios.” https://www.caloryfrio.com/ (accessed May 21, 2020).

[4] “Aerotermia: ¿Monobloc o bibloc? | Klimafrio.” https://www.klimafrio.com/aerotermia-monobloc-bibloc/ (accessed May 21, 2020).

[5] “Aerotermia Thermira monobloc - Elnur.” https://www.elnur.es/aerotermia/aerotermia-thermira-monobloc/ (accessed May 21, 2020).

[6] “▷ Aerotermia: Precio, Instalacion y Componentes Vivienda Unifamiliar.” https://energanova.es/aerotermia-precio-para-una-vivienda-unifamiliar/#Ejemplo_de_calculo_y_presupuesto_de_una_instalacion_aerotermica_en_vivienda_unifamilia (accessed May 21, 2020).

[7] “Instalación de agua caliente sanitaria (ACS): precios y elementos.” https://preciogas.com/instalaciones/agua-caliente-sanitaria (accessed May 21, 2020).

[8] “Generadores de calor.” Accessed: May 21, 2020. [Online]. Available: https://www.coursehero.com/file/26868885/4-Generadores-de-calor-pdf/.

[9] “Calderas de condensación: La guía definitiva.” https://www.climahorro.es/smartblog/776_calderas-condensacion-guia-compra.html (accessed May 21, 2020).

[10] “Energía solar térmica. Definición, características y tipos.” https://solar-energia.net/energia-solar-termica (accessed May 22, 2020).

[11] “Tecnología solar térmica.” https://www.hogarsense.es/energia-solar/tecnologia-solar-termica#operacion (accessed May 21, 2020).

[12] “Eficiencia y ahorro energético edificios.” https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_08_Guia_tecnica_agua_caliente_sanitaria_central_906c75b2.pdf (accessed May 21, 2020).

[13] “Radiación solar.” http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion1.php (accessed May 21, 2020).

[14] “UNE 94003:2007 Datos climáticos para el dimensionado de instal...” https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0039511 (accessed May 21, 2020).