



ER – BM1

Evaluación técnico económica de una instalación de biomasa térmica en la Residencia de Pensionistas del Ayto. de Santa Cruz de la Palma



Enero 2015

ÍNDICE

ÍNDICE	2
TABLAS	4
FIGURAS	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Demanda térmica en la Isla de La Palma	6
1.2 Situación de la biomasa térmica en la Isla.....	8
2. BIOMASA TÉRMICA	9
2.1 Descripción de la tecnología	9
2.2 Clasificación de los equipos de combustión según su tecnología.....	9
2.3 Clasificación de los sistemas de almacenamiento	11
2.4 Clasificación de los diferentes combustibles.....	13
3. CONTEXTO REGULATORIO.....	17
3.1 Código técnico de la Edificación	17
3.2 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios	18
4. DISEÑO BÁSICO DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA	19
4.1 Emplazamiento	19
4.2 Diseño básico de la instalación.....	20
4.3 Presupuesto.....	24
5. RESULTADOS.....	25
5.1 Resultados energéticos	25

5.2	Resultados económicos.....	25
5.3	Resultados ambientales.....	27

TABLAS

Tabla 1. Características de los pellets.....	14
Tabla 2. Datos básicos de la Residencia de Pensionistas.....	19
Tabla 3. Características principales de las calderas utilizadas en el edificio	21
Tabla 4. Características principales de las calderas propuestas	22
Tabla 5. Características principales del combustible considerado para el análisis	23
Tabla 6. Ponderación de los costes de inversión de la instalación de biomasa propuesta (CAPEX)..	24
Tabla 7. Resultados económicos de la instalación de biomasa en el primer año	26

FIGURAS

Ilustración 1: Evolución de la importación de butano en La Palma	6
Ilustración 2: Evolución de la importación de gasóleo en La Palma	7
Ilustración 3: Evolución de la superficie (m ²) de paneles solares subvencionados en La Palma	7
Ilustración 4: Solución contenedor de almacenamiento integrado	11
Ilustración 5: Solución silo textil	12
Ilustración 6: Solución depósito subterráneo	12
Ilustración 7: Solución silo de obra	13
Ilustración 8: Ejemplo de pellets	14
Ilustración 9: Ejemplo de residuos agroindustriales	16
Ilustración 10: Vista exterior del edificio	19
Ilustración 11: Situación de Santa Cruz de la Palma	20
Ilustración 12: Distribución de la demanda térmica del edificio según usos (kWh)	21
Ilustración 13: Comparativa de consumos energéticos de la instalación actual y la propuesta	25
Ilustración 14: Ahorro económico logrado	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Demanda térmica en la Isla de La Palma

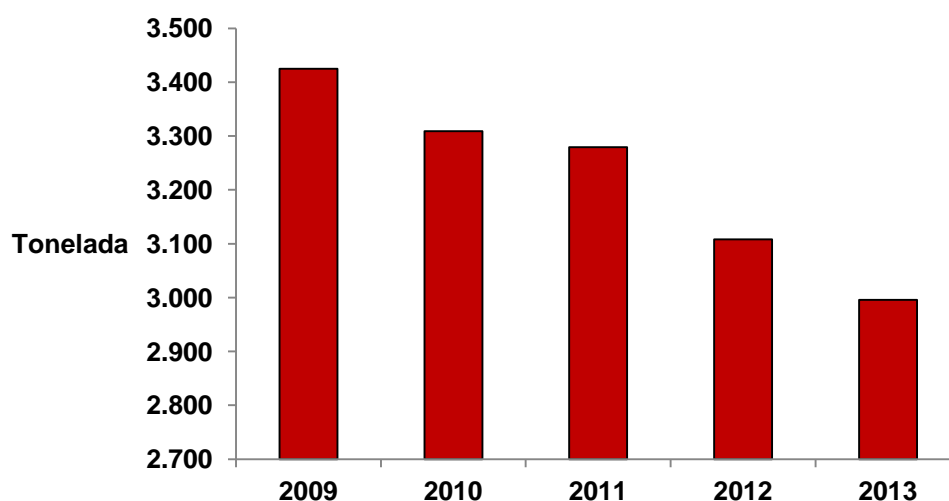
Las características climáticas de la Isla de La Palma provocan que la demanda térmica sea debida principalmente a servicios relacionados con el Agua Caliente Sanitaria (ACS), la climatización¹, las cocinas y, en menor medida, la climatización.

El consumo por ACS supone un gran porcentaje del consumo térmico final, ya que la demanda térmica por climatización es mínima, produciéndose principalmente en hoteles y determinados edificios públicos (residencias de ancianos, hospitales...). La energía térmica empleada en cocinas se produce principalmente en el sector de la hostelería.

La demanda térmica para los servicios anteriormente mencionados, se cubre principalmente mediante los combustibles importados y por la electricidad. Así mismo, destaca el uso de la energía solar térmica para dar cobertura a la demanda de ACS.

Los principales combustibles importados en la Isla de La Palma para cubrir la demanda térmica son el butano y el gasóleo. El suministro de butano se emplea principalmente en el sector residencial, en equipos como pequeñas calderas para ACS, estufas o cocinas.

Ilustración 1: Evolución de la importación de butano en La Palma

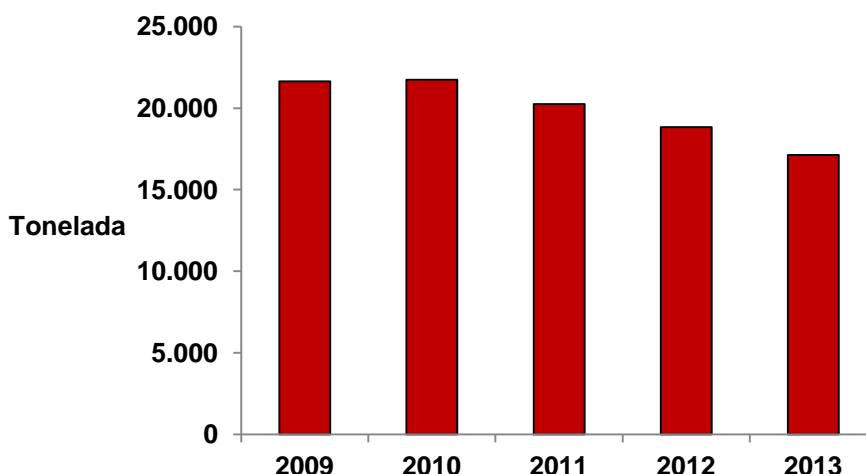


Fuente: Anuario energético de Canarias 2013.

El gasóleo importado a la Isla ha tenido una tendencia positiva de crecimiento hasta el año 2007 cuando comenzó a descender la cantidad importada. El gasóleo importado ha sufrido un descenso interanual en el periodo 2008-2012 del 1,4%.

¹ Demanda de calor

Ilustración 2: Evolución de la importación de gasóleo² en La Palma

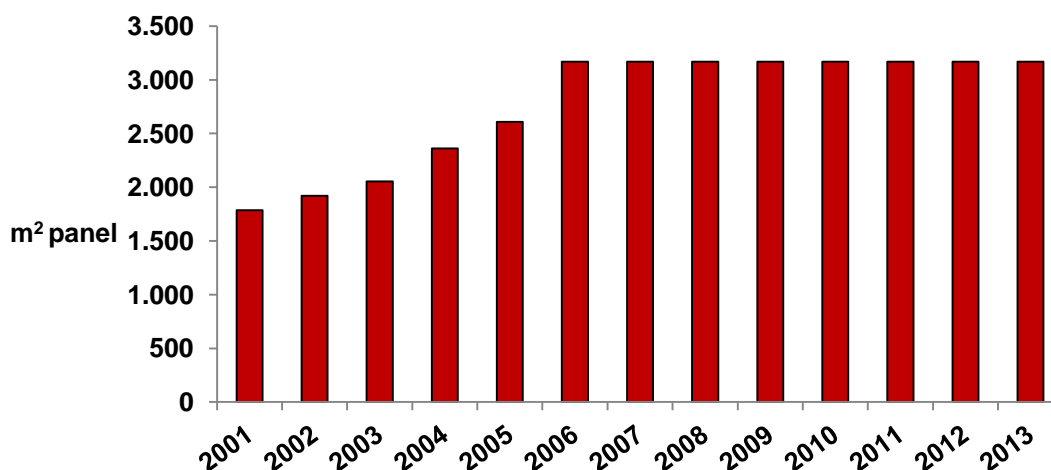


Fuente: Anuario energético de Canarias 2013.

El uso de la energía solar térmica está bastante extendido en la Isla. Esto se debe a las ayudas y subvenciones que incentivaron la instalación de estos equipos, así como a la necesidad, en algunos edificios, de cumplir los requisitos del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

En La Palma, desde el año 2006, no se ha instalado ningún nuevo panel solar térmico subvencionado. Sin embargo, tal y como indica el Gobierno Canario en las Directrices de Ordenación Sectorial de Energía (DOSE), existen más instalaciones que han estado en funcionamiento pero que no se computan en el total por carecer de un registro de las mismas.

Ilustración 3: Evolución de la superficie (m²) de paneles solares subvencionados en La Palma



Fuente: Anuario energético de Canarias 2013.

² Se considera únicamente el gasóleo en Instalaciones de Venta al Público (I.V.P) ya que el gasóleo distribuidores se destina principalmente a transporte.

1.2 Situación de la biomasa térmica en la Isla

En la actualidad, las estadísticas energéticas de la isla de La Palma recogen que no hay potencia de biomasa instalada.

A pesar de ello, existen ciertas iniciativas para el fomento del aprovechamiento de la biomasa en la Isla:

- Calderas de biomasa en el sector hotelero: en 2013, se implantó la primera caldera de biomasa en un hotel (Hotel Hacienda de Abajo). El potencial para la generación térmica a partir de la biomasa es limitado en La Palma debido a la dependencia de la importación del combustible desde la península. El transporte del combustible aumenta los costes de generación a partir de biomasa hasta un 65% con respecto a un mismo tipo de establecimiento en la península.

2. BIOMASA TÉRMICA

2.1 Descripción de la tecnología

Una instalación térmica de biomasa está compuesta por diferentes elementos necesarios para su correcto funcionamiento, entre los que se encuentran:

- El equipo de combustión: son los dispositivos donde se realiza la quema del combustible con el fin de obtener energía en forma de calor durante el proceso. Los diferentes tipos se desarrollarán en detalle en los siguientes puntos.
- El sistema de almacenamiento: son zonas destinadas al almacenamiento del combustible, cuya dimensión y forma dependerá finalmente del tipo de biomasa que se escoja como combustible. En los puntos siguientes se detallarán los principales tipos de almacenamiento y de combustible existentes.
- El sistema de alimentación: es un elemento que transporta el combustible desde la zona de almacenamiento hasta el lugar de la combustión. Dependiendo del tipo de equipo, este sistema puede no existir y realizarse de manera manual.
- La chimenea: es el dispositivo del equipo de combustión que permite evacuar los gases producidos durante el proceso.
- El sistema de control o regulación: es el equipo (o conjunto de equipos) destinado a regular la combustión y a controlar la cantidad de calor generada. Permite gestionar de una manera más eficiente la combustión de la biomasa. Dependiendo del tipo de equipo puede no ser necesaria.
- El sistema de distribución del calor: es un conjunto de elementos que transportan el calor a aquellas zonas que se desea calentar. Nuevamente, dependiente de tipo de equipo puede no ser necesario.

2.2 Clasificación de los equipos de combustión según su tecnología

2.2.1 Chimeneas

Las chimeneas son equipos típicamente utilizados en las viviendas, que solo permiten calentar una estancia. Actualmente, este tipo de equipos se mantiene principalmente como elemento decorativo o en viviendas antiguas. Estos equipos se caracterizan por un bajo rendimiento a pesar de tener un revestimiento aislante y ladrillo refractario en su interior. Principalmente, utilizan como combustible leña o briquetas.

2.2.2 Casetes

Los casetes son equipos más eficientes que las chimeneas, pero su rendimiento sigue siendo inferior al 40%. Estos equipos son elementos que se suelen instalar en las chimeneas ya creada y que están compuestos por una puerta de doble cristal y dos cámaras que facilitan la distribución del calor hacia otras estancias. Principalmente, utilizan como combustible la leña o las briquetas.

2.2.3 Estufas individuales

Las estufas son equipos utilizados tradicionalmente en la mayoría de los hogares para calentar una única estancia de una manera relativamente rápida. Estos equipos están cerrados y diseñados para un mejor aprovechamiento del calor generado. El principal combustible empleado por estos equipos es la leña o los pellets.

2.2.4 Calderas para edificios

Las calderas existentes en el mercado presentan diferentes potencias, lo que permite que puedan emplearse desde edificios pequeños, como viviendas unifamiliares, a edificios más grandes, como bloques de viviendas. Según la demanda será necesario instalar un tipo u otro de caldera con una u otra potencia térmica.

- Calderas convencionales adaptadas a la biomasa

Se trata de calderas tradicionales adaptadas a biomasa a través de un quemador específico. Los rendimientos se sitúan entre el 75% y el 85%. Esta opción puede ser interesante en función de la casuística, pero debe tenerse en cuenta que la adaptación a la biomasa reduce la potencia de la caldera, lo que puede suponer un problema para cubrir la demanda del edificio.

- Calderas estándar de biomasa

Son calderas diseñadas específicamente para sólo un tipo de biocombustible, por lo que pueden alcanzar hasta un rendimiento del 92%. Normalmente este tipo de calderas disponen de un sistema de alimentación de combustible y tiene un mantenimiento mucho menor y más fácil que las calderas adaptadas.

- Calderas mixtas

Son calderas especialmente diseñadas para permitir el uso alternativo de dos biocombustibles, cuando existan condiciones económicas y de suministro que lo recomienden. Esto permite gran versatilidad y altos rendimientos, aunque los coste de inversión son más elevados que en otro tipo de calderas.

2.3 Clasificación de los sistemas de almacenamiento

El sistema de almacenamiento del combustible es uno de los elementos indispensables para el buen funcionamiento de la instalación. Este sistema, a menudo llamado silo, debe estar dimensionado según la demanda de combustible por parte del equipo de combustión y adaptado a las características del biocombustible.

Es muy importante la impermeabilización del almacén para evitar la entrada de agua, que aumentaría la humedad del combustible reduciendo su rendimiento. En el caso del almacenamiento de astillas, el sistema debe estar ventilado para evitar la aparición de moho.

La elección del sistema de almacenamiento estará determinada por el espacio disponible, el tipo de biocombustible y la forma de descarga del silo, ya que no todos los suministradores de combustibles disponen de vehículos de transporte adaptados a todos los tipos y modelos.

Existen diferentes modelos y tipos de silos, lo que permite su instalación en casi cualquier circunstancia. Cabe destacar que existen sistemas de almacenamiento de obra, recomendables si se pueden hacer obras en el lugar de la instalación, o prefabricados, empleados en aquellas zonas donde no se desea hacer obras. A continuación se presenta un resumen de los principales tipos:

2.3.1 Contenedor de almacenamiento

Es un recipiente prefabricado que puede ser interior o exterior. Dependiendo de su ubicación deberá tener determinadas características que garanticen la conservación del biocombustible. Se suele situar en las proximidades del sistema de combustión. Se trata de un sistema recomendado para aquellas zonas en las que se disponga de poco espacio. El principal problema es que la frecuencia de recarga será mayor que en otros sistemas con mayor capacidad, ya que la dimensión máxima es de 300 kg.

Ilustración 4: Solución contenedor de almacenamiento integrado



Fuente: CNE, Universidad de León

2.3.2 Silo textil

Es un sistema prefabricado formado por una lona, soportado por una estructura metálica, permeable al aire pero no al polvo. Se puede instalar tanto en el exterior como el interior. Este sistema alimenta la caldera, según demanda, mediante un tornillo sinfín. La capacidad de estos silos está entre 2 y 5 toneladas de combustible.

Ilustración 5: Solución silo textil



Fuente: KWB, HCIB

2.3.3 Depósito subterráneo

Es un contenedor bajo tierra situado en el exterior del edificio que permite crear una zona de almacenamiento cuando no hay espacio suficiente. El transporte del biocombustible podrá realizarse mediante un sistema neumático.

Ilustración 6: Solución depósito subterráneo



Fuente: CNE, Universidad de León, Enertres

2.3.4 Silo de obra

Son salas de nueva construcción o ya existentes y adaptadas para su uso como silo de biomasa. Existen diferentes tipos, entre los que se pueden encontrar silos con suelo inclinado con un tornillo sinfín que transporta el combustible o silos de suelo plano con rascadores neumáticos que desplazan la biomasa hacia el sistema de combustión, entre otros. La principal ventaja es la posibilidad de situar el silo hasta a 30 metros del lugar de combustión.

Ilustración 7: Solución silo de obra



Fuente: HCIB

2.4 Clasificación de los diferentes combustibles

El desarrollo del mercado de la biomasa ha permitido generar una amplia diversificación de biocombustibles que pueden emplearse en las instalaciones de biomasa térmica. Entre todos los existentes destacan cuatro por ser los más comunes:

2.4.1 Pellets

Son pequeños cilindros, estandarizados a nivel internacional, fabricados por la compactación de serrines y virutas secas, de astillas o de otras biomásas, todas ellas procedentes de desechos de diversas industrias (p.e., serrerías).

El proceso de fabricación emplea simplemente presión y vapor, aunque en algunos casos pueden añadirse aditivos biológicos. Es aconsejable exigir al suministrador de pellets que indique el origen y tipo de biomasa del que están compuestos para asegurarse de que es apto para la caldera de biomasa que está instalada.

Se recomienda utilizar pellets de alta calidad, principalmente de compuesto de madera natural. En la siguiente tabla se muestran parámetros de referencia que ayudan a definir la calidad del pellet:

Tabla 1. Características de los pellets

Característica		Pellet baja calidad	Pellet estándar	Pellet alta calidad
Poder calorífico inferior	(Kcal/Kg)	>3.000	>4.000	>4.300
	(KJ/Kg)	>12.500	>16.700	>18.000
Humedad base húmeda (% en masa)		<12	<12	<10
Densidad (Kg/m ³)		>1.000	1.000-1.400	>1.120
Contenido en cenizas (% en peso)		<6	<1,5	<0,5
Diámetro (mm)		<12	4-10	<8
Longitud (mm)		<7 x diámetro	<50	< 5 x diámetro

Fuente: IDAE

Ilustración 8: Ejemplo de pellets



Fuente: HCIB

2.4.2 Astillas de madera

Son trozos pequeños de madera, de entre 5 y 100 mm de longitud, cuya calidad depende principalmente de la materia prima de la que proceden y de la tecnología de astillado. Actualmente se distinguen dos clases:

- Clase 1

Tiene un origen industrial: la transformación de maderas forestales muy limpias, con humedades inferiores al 30%. Válidas para todo tipo de instalaciones, aunque especialmente apropiadas para su uso en instalaciones domésticas.

- Clase 2

Procedentes de tratamientos silvícolas, agrícolas y forestales (podas, clareos, entresacas, cultivos energéticos leñosos, etc.) con hasta un 45% de humedad. Utilizada en instalaciones de media a muy alta potencia, como grandes edificios y redes de calefacción.

Este combustible tiene la ventaja de tener un coste inferior a otras biomásas con procesos de transformación más complejos, ya que solamente debe de astillarse y en algunos casos, sufrir un proceso de secado.

El control de las características del combustible debe ser mayor que en otros biocombustibles ya que cada tipo de astilla es diferente. Por ese motivo, este tipo de combustible es poco recomendable para calderas de edificios o viviendas.

2.4.3 Residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales susceptibles de ser utilizados en las calderas de biomasa son los provenientes de las industrias de los frutos secos, de las aceitunas y el aceite de oliva de las alcoholeras y bodegas. Habitualmente, se reduce el grado de humedad mediante procesos de secado con el objetivo de incrementar la calidad y eficiencia de los combustibles.

Este tipo de combustible es altamente empleado en aquellas zonas en las que existe una agricultura o industria que genere los residuos de los que se parte para generar los biocombustibles.

Para garantizar un buen rendimiento, reducir los trabajos de mantenimiento y mejorar la operación de la caldera deben evitarse las impurezas o restos de la actividad industrial de la que procedan.

En el caso de la Isla de La Palma, por su gran producción platanera, podría emplearse como biomasa los residuos generados en esta actividad. El problema principal de este tipo de residuos es que no existe un procedimiento que permita obtener biocombustibles de gran calidad y habría una gran heterogeneidad en las características del mismo, lo que dificultaría su uso como combustible fiable y rentable.

Ilustración 9: Ejemplo de residuos agroindustriales



Hueso de aceituna



Cáscaras de almendra



Cáscaras de piña

Fuente: HCIB

2.4.4 Leña o briquetas

La leña o briquetas son los biocombustibles sólidos tradicionales utilizados antiguamente en chimeneas o estufas. Actualmente, su uso en calderas de biomasa es escaso pero continúa existiendo en edificios de pequeño tamaño y con una gran disponibilidad de este tipo de biomasa.

- Leña

La leña proviene de restos de madera, que por sus características no se pueden emplear para la industria maderera. Habitualmente, los usuarios que emplean este tipo de combustible son auto-productores; es decir, la recogen directamente de una zona forestal. La calidad, como en el del resto de los biocombustibles, depende de la materia prima y de la humedad, que es de un 20% aproximadamente.

- Briquetas

Las briquetas son cilindros de biomasa densificada de tamaño superior al del pellet, provenientes normalmente de serrines y virutas de aserraderos. Estos cilindros suelen sustituir a la leña en la caldera, ya que poseen mejores características térmicas al tener una humedad menor al 10%, un poder calorífico inferior superior a los 16,9 MJ/kg (4,7 kWh/kg) y una densidad en torno a los 1.000 kg/m³.

3. CONTEXTO REGULATORIO

En los últimos años, la preocupación por conseguir un uso racional de la energía necesaria para la climatización y uso de edificios y alcanzar la sostenibilidad del sistema mediante la obtención de energía de fuentes renovables ha llevado a desarrollar legislación, tanto a nivel europeo como nacional, que apoyen este objetivo.

Entre las energías renovables para generación de energía térmica que han sido tradicionalmente consideradas con este objetivo destaca, junto a la solar térmica, la biomasa térmica. Aunque en España este tipo de energía no posee una normativa muy extensa que fomente su instalación, sí ha habido diferentes planes y ayudas destinados a potenciar este tipo de instalaciones. Por ejemplo, el Programa PAREER o el Programa Biomcasa II para el sector residencial o el programa GIT Biomcasa para grandes instalaciones térmicas.

Como normativa aplicable se podrían destacar dos marcos de carácter técnico:

- El Código Técnico de la Edificación
- El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios

3.1 Código técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de “Ordenación de la Edificación” (LOE). También se ocupa de regular la accesibilidad de los mismos, como consecuencia de la Ley 51/2003 de 2 de diciembre de “Igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad” (LIONDAU).

Este código fue aprobado por primera vez mediante el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Posteriormente ha sufrido diversas modificaciones, ya que se concibió como un documento vivo y fácilmente adaptable.

Existen dos secciones diferenciadas que especifican el tratamiento que deber ser considerado para las instalaciones de biomasa térmica:

- Su sección HE 4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, que obliga a determinados edificios de nueva construcción y a los edificios que sufran una rehabilitación a cubrir parte de su demanda de ACS y/o climatización de piscinas cubierta mediante energía solar térmica, reconoce la posibilidad de disminuir esa contribución solar mediante el aprovechamiento de energías renovables, entre las que se incluye la biomasa térmica.
- Su sección HE 2 “Rendimiento de las instalaciones térmicas” obliga a los edificios a disponer de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes.

Este punto se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y su aplicación quedará definida en el propio proyecto del edificio.

3.2 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) tiene el objetivo de establecer las condiciones mínimas que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

Al igual que el CTE, fue concebido como un marco vivo que se adapta y evoluciona según las necesidades técnicas del momento, por lo que ha sufrido varias modificaciones. El RITE vigente en la actualidad es el aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

En su última versión (más específicamente, en la Instrucción Técnica 1.2.4.6, “Aprovechamiento de energías renovables y residuales”) se exige a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas en los edificios construidos (en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección, con determinadas limitaciones definidas por el propio RITE) un aprovechamiento mínimo de energías renovables térmicas (entre las que se incluye la biomasa térmica) para la producción de ACS, para el calentamiento de piscinas cubiertas o piscinas al aire libre y para la climatización de espacios abiertos.

4. DISEÑO BÁSICO DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA

4.1 Emplazamiento

En el presente informe se describe el estudio técnico-económico de una instalación de biomasa térmica en la Residencia de Pensionistas, situada en el municipio de Santa Cruz de La Palma y perteneciente al Cabildo Insular de La Palma. Las características generales del edificio se muestran a continuación:

Tabla 2. Datos básicos de la Residencia de Pensionistas

Nombre del centro	Residencia de Pensionistas
Dirección	CL El Lomo Centro 22, Santa Cruz de La Palma 38700 (Santa Cruz de Tenerife)
Superficie del edificio (m²)	8.772
Horario de actividad	Lunes a Domingo

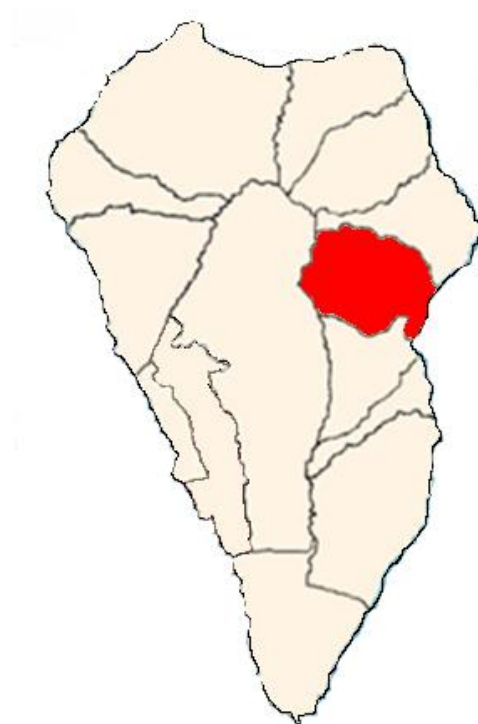
Ilustración 10: Vista exterior del edificio



Fuente: Imagen de Creara

El municipio de Santa Cruz de La Palma se encuentra situado en la zona este de la Isla de La Palma, tal y como muestra el siguiente mapa.

Ilustración 11: Situación de Santa Cruz de la Palma



4.2 Diseño básico de la instalación

El objetivo de esta instalación de biomasa es reemplazar las calderas de gasóleo existentes en el edificio, que son empleadas para climatización y producción de ACS. La potencia de las calderas de biomasa propuestas será tal que puedan reemplazar completamente el servicio prestado por las calderas actuales en base a la demanda del edificio.

El edificio presenta 2 calderas de gasóleo de 390kW y 112 kW de potencia respectivamente. Las principales características de las mismas se muestran en la siguiente tabla:

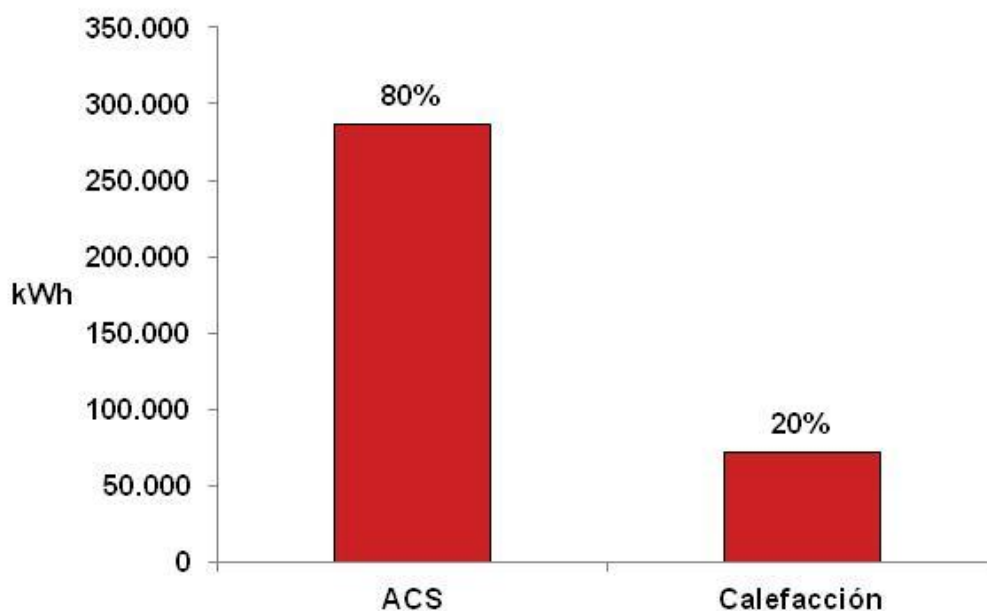
Tabla 3. Características principales de las calderas utilizadas en el edificio

Concepto	Caldera 1	Caldera 2
Combustible	Gasóleo	Gasóleo
Potencia térmica (kW)	390	112
Rendimiento	89,7%	97,2%
Consumo anual (kWh)	~309.900	~81.700

Fuente: Auditorías de Creara

Tal y como se ha comentado, la demanda térmica del edificio se divide entre ACS y climatización. Este reparto se produce de la siguiente forma:

Ilustración 12: Distribución de la demanda térmica del edificio según usos (kWh)



Fuente: Análisis de Creara

Se propone sustituir la actual instalación de gasóleo por 2 calderas estándares de biomasa con las siguientes características:

Tabla 4. Características principales de las calderas propuestas

Concepto	Caldera tipo
Combustible	Pellets
Potencia térmica unitaria (kW)	230
Rendimiento (real)	88,0%
Consumo anual por caldera (kWh)	~203.300

Fuente: Auditorías de Creara

Por tanto, ambas calderas sumarían una potencia conjunta de 460 kW y presentarían un consumo total de aprox. 406.600 kWh para suplir una demanda total de 358.000 kWh.

El combustible escogido para esta instalación de biomasa es de tipo pellet normalizado:

- Se entiende que la instalación deberá contar con un suministro de combustible seguro, que impida situaciones de desabastecimiento a lo largo del año.
- Además, con el fin de garantizar los parámetros de eficiencia que permitan cumplir con los resultados energéticos y económicos previstos en el diseño de la instalación, es conveniente poder contar con un combustible homogéneo y testado.
- Estos dos argumentos, y teniendo en cuenta las particularidades descritas en el *Capítulo 2.4 Clasificación de los diferentes combustibles*, descartan las opciones de tipo residuos agroindustriales, astillas y leña.

En la

Tabla 5 se resumen las características técnicas del pellet considerado para el análisis.

Tabla 5. Características principales del combustible considerado para el análisis

Características	Valor
Humedad m. análisis (%)	<10
Cenizas (% ms)	<0,7
Volátiles (% ms)	85,36
Carbono (% ms)	51,74
Hidrógeno (% ms)	6,04
Nitrógeno (% ms)	0,06
Azufre total (% ms)	0,05
PCS (Kcal / kg)	4.845
PCI (Kcal / kg)	4.538
Dureza (%)	99,8

Fuente: Ecoserviciosmateriales

Según las características del combustible mostradas y el consumo de la instalación, es necesario suministrar a las calderas con aproximadamente 77 toneladas de combustible anualmente.

A la hora de dimensionar el sistema de almacenamiento de la instalación y dadas las condiciones de potencia y consumo requeridas anualmente, se propone un silo o contenedor. Suponiendo un periodo de recarga de 2 meses, el volumen requerido para el depósito sería de aproximadamente 12.800 kg. Considerando una densidad de pellet de 1.120 kg/m^3 , el volumen del silo deberá de ser de $11,5 \text{ m}^3$.

4.3 Presupuesto

El CAPEX considerado para este proyecto es de aproximadamente 80.574 Euros, desglosados en los siguientes importes. Estos valores se han obtenido tras consultar con proveedores de este tipo de instalaciones.

Tabla 6. Ponderación de los costes de inversión de la instalación de biomasa propuesta (CAPEX)

Categoría	Peso en la partida presupuestaria
Caldera	60%
Mano de obra	21%
Silo y otros componentes	10%
Permisos y trámites	7%
Obra Civil	2%

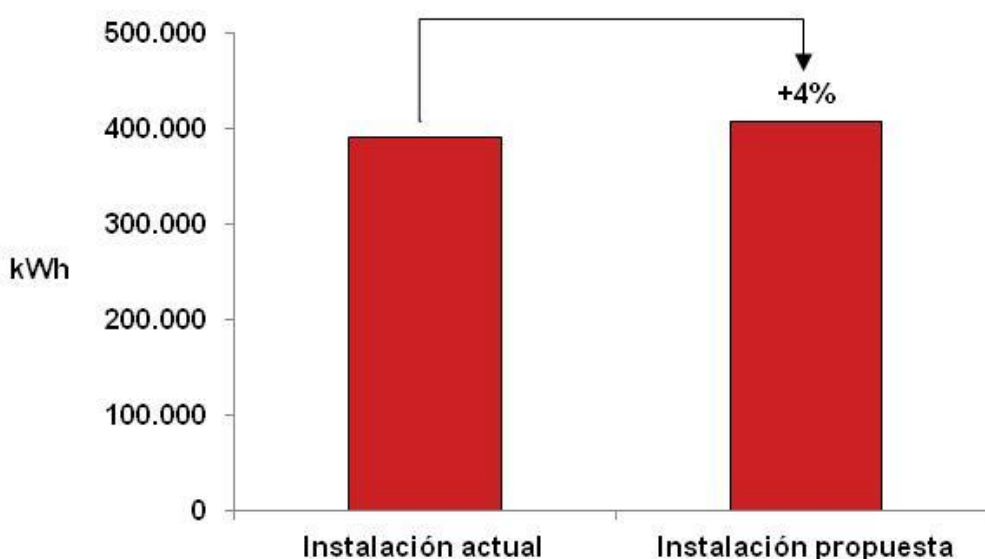
Fuente: Análisis de Creara

5. RESULTADOS

5.1 Resultados energéticos

Considerando la demanda energética del edificio y los rendimientos tanto de las calderas originales como de las calderas propuestas, a continuación se muestra la comparativa de consumos energéticos requeridos por ambas instalaciones.

Ilustración 13: Comparativa de consumos energéticos de la instalación actual y la propuesta



Fuente: Análisis de Creara

5.2 Resultados económicos

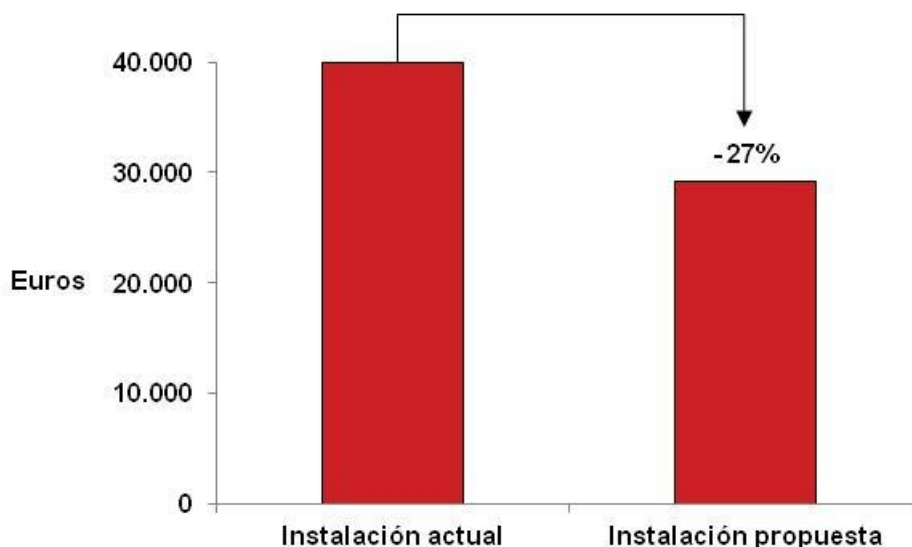
En la valoración económica del proyecto, además de la inversión requerida por la instalación (4.3 Presupuesto), será necesario tener en cuenta el coste que supone anualmente el combustible. Para ello, se han consultado presupuestos a proveedores nacionales con las siguientes conclusiones:

- No existen proveedores locales que aseguren este tipo de combustible (pellet normalizado).
- En el conjunto del archipiélago canario tampoco sería fácil encontrar actualmente proveedores adecuados y que garantizara un suministro regular.
- Actualmente, la única opción viable sería transportar el combustible desde la península, con el consiguiente encarecimiento del precio.

En base a las conversaciones descritas anteriormente, se ha considerado un precio final (puesto en sitio) de 380 Eur/ton para el pellet normalizado. Considerando un precio de referencia del

gasóleo en la Isla de 1,02 Eur/litro³, las diferencias económicas anuales en cuanto al consumo de combustible entre las dos instalaciones comparadas se muestran en la siguiente ilustración.

Ilustración 14: Ahorro económico logrado



Fuente: Análisis de Creara

Por tanto, se observa en el gráfico que tras la sustitución de la instalación de gasóleo por la de biomasa se espera un ahorro anual de casi 10.700 Euros⁴.

Enfrentando dichos ahorros a los costes de la instalación (CAPEX), los resultados principales son los mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 7. Resultados económicos de la instalación de biomasa en el primer año

Concepto	Resultados
CAPEX	80.574 Euros
Ahorro anual energético	-14.500 kWh
Ahorro primer año económico	10.700 Euros
PRS	7,5 Años

Fuente: Análisis de Creara

Calculando el PRS de la instalación (Periodo de retorno simple), observamos que la inversión en esta instalación FV es amortizada en menos de 8 años. Por tanto, se concluye que la inversión resultaría interesante como medida de ahorro. Sin embargo, es necesario evaluar otras

³ PCI gasóleo considerado (kWh/l): 9,98

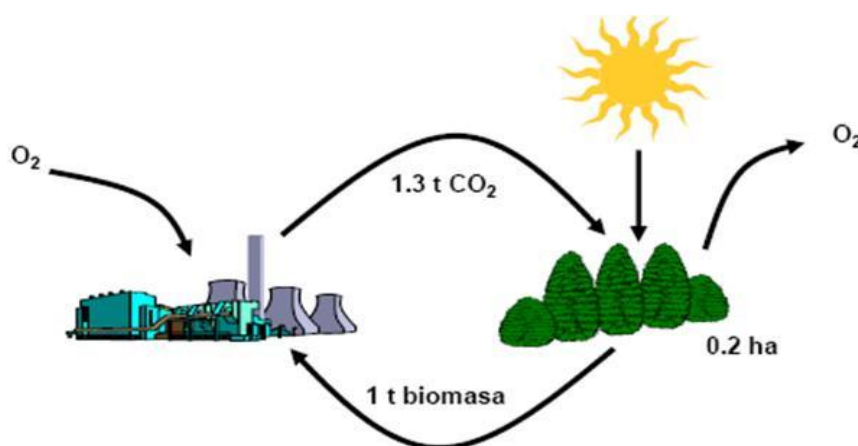
⁴ Se considera que los costes de O&M ajenos al combustible son similares para las dos instalaciones

alternativas renovables y/o eficientes (bombas de calor eficientes, instalaciones ST, etc.) antes de evaluar la conveniencia de realizar esta medida. Esta evaluación debería ser no sólo a nivel económico sino en materia de facilidad de gestión y disponibilidad de combustible.

5.3 Resultados ambientales

La combustión de biomasa supone la emisión de CO₂ a la atmósfera, ya que su componente principal es el carbono, igual que ocurre con los combustibles fósiles.

Sin embargo, en el caso de la biomasa, el CO₂ emitido es el que ha sido captado de la atmósfera durante la vida de las plantas de las que procede. Por lo que, en el cómputo global del proceso, el CO₂ emitido es cero.



Si bien lo anterior es cierto, es importante tener en cuenta las emisiones producidas en el tratamiento y el transporte de la biomasa.

Del mismo modo, habría que considerar estos procesos en los combustibles fósiles, ya que también es necesario tratarlos y transportarlos.

En el presente estudio, no se consideran estas emisiones (tratamiento y transporte). Solamente las producidas in situ por la caldera y las captadas de la atmósfera por los vegetales de los que procede la biomasa.

Considerando esto, la instalación de biomasa supondría la eliminación del total de emisiones que supone el funcionamiento de la caldera actual, 103.396 kg CO₂ / año.

Un hogar español, emite de media 834,8 kg de CO₂ anuales, por lo tanto con esta medida, la cantidad de CO₂ reducida es equivalente a la producida por 124 viviendas en España.