

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL



ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA- ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA (MURCIA)

Curso 2016/2017

AUTOR: Cristian Peña Vidal

TUTOR: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

COTUTOR: Prof. Dr. José Vicente Turégano Pastor

VALENCIA, JULIO DEL 2017

RESUMEN

Estudio de viabilidad Técnica-económica para la implantación de una red de calor centralizada o District Heating que dará servicio a edificios públicos del casco urbano del término municipal de Alhama de Murcia. Contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, se utiliza biomasa como energía renovable para producir energía térmica, pudiendo generar empleo en la localidad y reduciendo significativamente el riesgo de incendio que deriva de los tratamientos silvícolas de los bosques, aprovechando principalmente la biomasa forestal, pero también la biomasa residual agrícola procedente de la poda de cultivos leñosos del término municipal.

El District Heating se diseña para conectar tres edificios en Alhama de Murcia: piscina municipal cubierta, colegio público Antonio Machado y pabellón de Deportes Adolfo Suárez.

El estudio se divide en tres partes diferenciadas:

A) Estudio de viabilidad técnica. Se realiza un estudio energético de las demandas térmicas de los edificios objetivo de estudio y un estudio sobre la disponibilidad biomásica de la localidad.

B) Estudio de viabilidad económica, en él se aborda la recuperación de la inversión económica únicamente atendiendo a los criterios económicos en función del ahorro en el abastecimiento de combustibles fósiles y la reducción de costes en el mantenimiento y operación.

C) Conclusiones.

Palabras clave: District Heating, Alhama de Murcia, biomasa agroforestal, red de calor.

Technical-economic feasibility study for the implementation of a District Heating that will service public buildings in the urban area of the municipality of Alhama de Murcia. The designed District Heating system will contribute to the reduction of emissions of greenhouse gases (GHG), use of renewable bioenergy to produce heat. The project is oriented to generate employment in the locality and to reduce significantly the risk of bushfire that comes from the silvicultural treatments of the forest ecosystems in the area producing forest-based biomass, taking also advantage of additional residual agricultural biomass from pruning of agricultural tree species from the municipality. The buildings to be connected to the District Heating system in Alhama de Murcia are: indoor municipal swimming pool, public school Antonio Machado and Sports Pavilion Adolfo Suarez. The study is divided into three well differentiated parts:

A) Technical feasibility study. An energetic study of the thermal demands of the objective buildings of study and a study on the biomass availability of the locality or location will be made.

B) Economic feasibility study, it will be possible to approach the recovery of the economic investment only taking into account the economic criteria based on the saving in the supply of fossil fuels and the reduction of costs in the maintenance and operation.

C) Conclusions and considerations

Keywords: District Heating, Alhama de Murcia, forest biomass, heat network

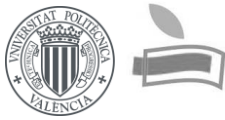
Estudi de viabilitat tècnica-econòmica per a la implantació d'una xarxa de calor centralitzada o District Heating que donarà servei a edificis públics del nucli urbà del terme municipal d'Alhama de Múrcia. Contribuint a la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle, s'utilitza biomassa com a energia renovable per produir energia tèrmica, i poden generar ocupació a la localitat i reduint significativament el risc d'incendi que deriva dels tractaments silvícoles dels boscos, aprofitant principalment la biomassa forestal, però també la biomassa residual agrícola procedent de la poda de cultius llenyosos del terme municipal.

El District Heating es dissenya per connectar tres edificis a Alhama de Múrcia: piscina municipal coberta, col·legi públic Antonio Machado i pavelló d'Esports Adolfo Suárez.

L'estudi es divideix en tres parts diferenciades:

- a) Estudi de viabilitat tècnica. Es realitza un estudi energètic de les demandes tèrmiques dels edificis objectiu d'estudi i un estudi sobre la disponibilitat biomàssica de la localitat.
- b) Estudi de viabilitat econòmica, en ell s'aborda la recuperació de la inversió econòmica únicament atenent als criteris econòmics en funció de l'estalvi en el proveïment de combustibles fòssils i la reducció de costos en el manteniment i operació.
- c) Conclusions.

Paraules clau: District Heating, Alhama de Murcia, biomassa agroforestal, xarxa de calor



AGRADECIMIENTOS

Tras un intenso período de formación académica y personal ha llegado el día de entregar mi Trabajo Final de Grado.

En primer lugar me gustaría dedicar mi Trabajo Final de Grado a mis padres y a mi hermana, por su paciencia, ejemplo de superación y trabajo. Gracias a vosotros hoy estoy aquí.

También se lo dedicó a Rocío, por estar siempre a mi lado, tanto en los buenos como en los malos momentos, y por demostrarme cada día lo especial es.

Agradecer a todos mis amigos y amigas, ese apoyo incondicional en todo momento, especialmente a Jaime y a Xavi, sin vosotros esto no hubiera sido posible.

Y por supuesto, se lo dedico a mi tutor, José Vicente Oliver, por su gran labor como profesor y por su capacidad para despertar en sus alumnos ese interés y capacidad de superación cada día. No podría olvidarme de Edgar, compañero y maestro.

Muchas gracias a todos

Cristian Peña Vidal

Alhama de Murcia, Julio de 2017

ÍNDICE

- DOCUMENTO N°1:
 - MEMORIA DESCRIPTIVA
 - ANEXOS
- DOCUMENTO N°2: PLANOS
- DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA (MURCIA)

Curso 2016/2017

AUTOR: Cristian Peña Vidal

TUTOR: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

COTUTOR: Prof. Dr. José Vicente Turégano Pastor

VALENCIA, JULIO DEL 2017

ÍNDICE Memoria descriptiva

1. ANTECEDENTES	8
2. OBJETO	9
3. INTRODUCCIÓN. MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DISTRICT HEATING	11
3.1. VENTAJAS DE UN SISTEMA DE DISTRICT HEATING	12
3.2. ANÁLISIS PRELIMINAR: BALANCE DE HUELLA DE CARBONO	13
3.3. EXPERIENCIAS REALIZADAS ANTERIORMENTE	16
4. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA	17
4.1. INTRODUCCIÓN	17
4.2. TOMA DE DECISIONES	17
4.3. MODELO DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN	20
5. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICO	33
5.1. INVERSIÓN	33
5.2. COSTES EVITADOS.	34
5.3. RESULTADOS ECONÓMICOS	35
6. IMPACTO AMBIENTAL	42
7. SEGURIDAD Y SALUD	43
8. CONCLUSIONES	44

1. Antecedentes

El siguiente estudio surge de la idea de implantar un Sistema de calefacción centralizada o District Heating en edificios públicos del casco urbano del municipio de Alhama de Murcia.

Se pretende sustituir la demanda de combustibles fósiles en edificios públicos por la utilización de biomasa residual procedente de la limpieza del monte del municipio y de la biomasa residual agrícola de los cultivos del término municipal, aprovechando éstos para su combustión en una caldera de biomasa.



Fig. 1. Mapa de localización. Fuente: *Elaboración propia*.

Actualmente, la sociedad está cada vez más concienciada con el riesgo de los incendios forestales como consecuencia del estado de abandono de los montes y de las condiciones de extrema sequía que se dan en el proceso de cambio climático. El objetivo es la sustitución total o parcial del uso de combustibles fósiles para la producción de calor en edificios públicos a través de energías renovables, verdes y que no contaminen.

2. Objeto

El objeto del estudio se fundamenta en la viabilidad técnica-económica de la implantación del District Heating o red de calor centralizada que dará servicio a varios edificios públicos del casco urbano en el municipio de Alhama de Murcia.

Con esta iniciativa se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero, produciendo puestos de trabajo local fomentando la economía local y la reducción de los riesgos directos e indirectos de incendio que amenazan a Sierra Espuña, fomentando así una gestión del monte de forma ordenada y correcta.

El estudio se dividirá en 3 partes bien diferenciadas:

- A) Estudio de viabilidad técnica. Se procederá a la realización de un estudio energético completo de las demandas térmicas de los edificios objetivos del estudio, la disponibilidad biomásica del municipio y la comprobación de la viabilidad de los sistemas energéticos.

Para poder realizarlo el estudio es necesario conocer:

Los consumos energéticos de los edificios objeto de estudio serán aportados por las auditorías energéticas realizadas en proyectos anteriores con la intención de comprobar la eficiencia energética de estos.

Se plantea un primer diseño, tal como se observa en la figura 2., con una red principal y acometidas a los edificios seleccionados.

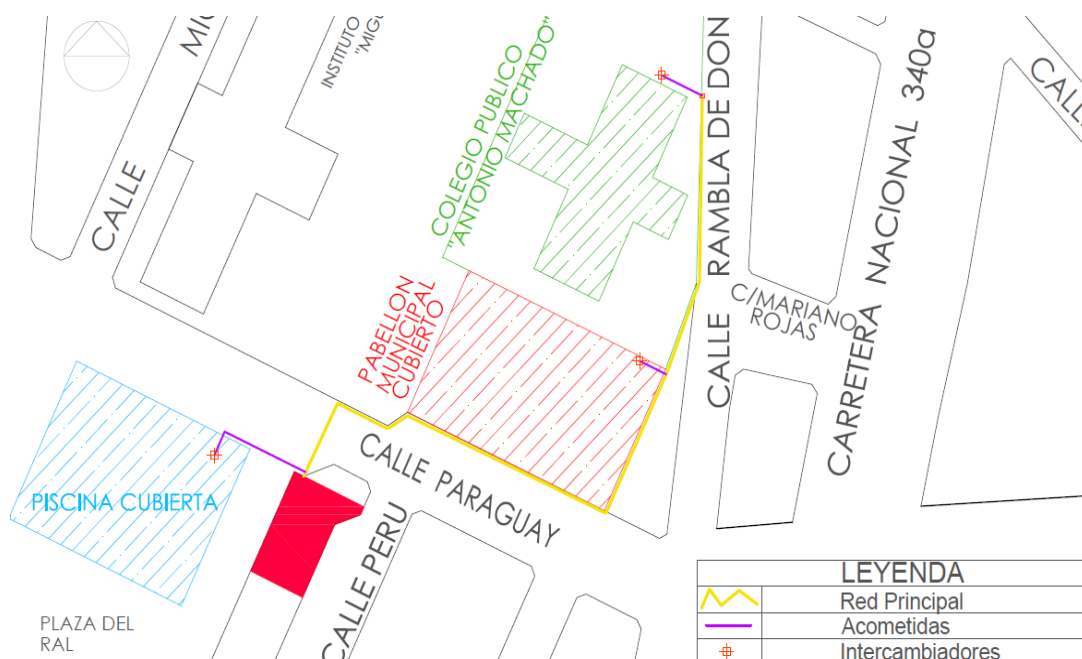


Fig. 2. Mapa del trazado de la red. Fuente: Elaboración propia.



Por decisión del Ayuntamiento, la red de distribución dará servicio a los siguientes edificios:

- Piscina cubierta
- Pabellón Cubierto “Adolfo Suárez”
- Colegio Público “Antonio Machado”.

Se intenta plantear un sistema óptimo tanto para la generación de calor como para su distribución a los tres edificios.

- B) Estudio de viabilidad económica. En él se estudia la recuperación de la inversión principal atendiendo únicamente a los criterios económicos entorno al ahorro energético ya sea en abastecimiento de materia prima y en combustibles fósiles, donde también se reducirán los costes en mantenimiento y operaciones.
- C) Una memoria explicativa de las redes del District Heating. En ella se definirán los componentes de la instalación y se planteará un posible trazado para las tuberías de distribución de la energía.

El mapa de Trazado de la red de distribución de calor (recorrido) se puede observar con mejor detalle en el documento de Planos, mapas nº 5 y 6.

3. Introducción. Modelo conceptual del Sistema District Heating

Un sistema de District Heating consiste en un sistema centralizado de producción y distribución de energía térmica, normalmente calefacción y agua caliente y sanitaria (ACS). Se trata de una tecnología cuya función es la producción de agua caliente y la distribución de la misma, ya sea en una o varias centrales de producción a diversos usuarios e instalaciones. La distribución se realiza a través de una red de tuberías soterradas que están aisladas térmicamente, por ellas puede ir agua caliente, vapor de agua y/o aceite.

Utilizando este sistema, cada usuario tiene a su disposición de forma independiente el servicio térmico de agua caliente, a partir de una central general.

Este sistema tiene una serie de ventajas las cuales quedan especificadas a continuación.

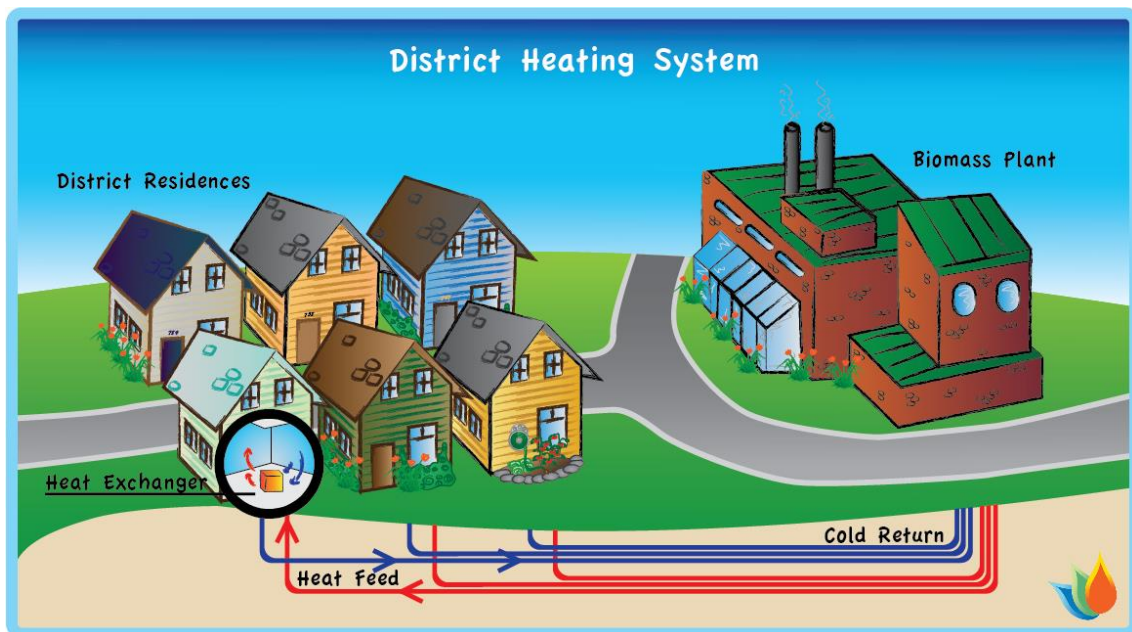


Fig. 3. Sistema de District Heating. Fuente: Biomass Innovation Centre.

3.1. Ventajas de un Sistema de District Heating

Si realizamos una comparativa de la generación centralizada que ofrecen los sistemas de District Heating con la generación convencional obtendremos una serie de ventajas, independientemente del combustible seleccionado.

Entre las ventajas encontramos las siguientes:

Una mayor eficiencia energética. Las centrales de District Heating poseen un mayor rendimiento energético estacional, bastante por encima de la convencional, entenderemos rendimiento energético estacional a la relación entre la energía producida y la consumida durante un período de tiempo bastante amplio. Normalmente obtendremos un rendimiento en torno a la media estacional de 0,55 que aparece en el sistema de calderas distribuidas, y entorno a un 0,85 en el caso de sistemas de producción de calor centralizado.

La reducción de costes de explotación, ya que al tratarse de un sistema que tiene una producción y una distribución centralizada obtendremos una reducción en los costes de mantenimiento si lo comparamos con otros sistemas de calderas independientes, ya que la suma de todas las individuales tendrá un coste muy superior al sistema centralizado. También se puede destacar el aumento de eficiencia al reducirse los costes en energía primaria para una misma cantidad.

La reducción de gases contaminantes. La reducción de los mismos es un objetivo prioritario en la obtención de energías verdes. También se hace una reducción de los focos emisores de gases de efecto invernadero, solamente aportando un foco emisor y siendo así más sencillo su mantenimiento y control. El combustible utilizado tiene una serie de beneficios, como son los siguientes:

- a) Una reducción directa en el Riesgo de Incendios debida a la utilización de biomasa residual como combustible principal para el sistema de producción de calor DH. La disminución de riesgo de incendio deriva de la limpieza del monte en el término municipal y la disminución de quemas de los restos agrícolas independientes que irán directamente destinados al abastecimiento de astilla en la central térmica del District Heating.
- b) El material de combustión utilizado va a ser biomasa residual. La emisión gases de efecto invernadero va a ser menor, ya que no solo será sustitutivo, sino que también se llevará a cabo la valorización energética de unos residuos que podrían acabar causando una serie de problemas en el caso de no aprovecharlos.
- c) La generación de empleo local es otro de los beneficios derivado del uso de un combustible local, contribuyendo al desarrollo de una bioeconomía circular, favoreciendo un desarrollo industrial en la localidad.

- d) Una menor dependencia energética exterior, dado que la no presencia de combustibles fósiles en España, sin tener en cuenta el carbón, hace que sea muy caro obtener este tipo de combustibles. Pero con la utilización de la biomasa local esa dependencia se verá reducida.
- e) El ahorro económico tendrá una reducción de los costes de explotación, pero también una reducción de la demanda energética primaria ya que la eficiencia del sistema es mayor, también encontrar un ahorro económico en el combustible porque el precio de la biomasa es menor por unidad energética que otro combustible fósil.

Se podría añadir a la ecuación que el uso de biomasa residual forestal y la prevención de incendios van de la mano, siendo menor el riesgo de incendio en aquellas zonas donde se extraiga la biomasa residual forestal.

3.2. Análisis preliminar: balance de huella de carbono

Con la utilización de biomasa como combustible podemos evitar la emisión de grandes cantidades de CO₂ en comparación con el modelo convencional de producción de energía. Para ello, mostramos la huella de carbono de cada uno de los combustibles tradicionales utilizados comparados con la biomasa.

Tabla 1. Factores de emisión de CO₂, y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España versión 03/03/2014. Fuente IDAE (2014).

Combustibles	Kg CO ₂ /kWh E.Final
Gasóleo Calefacción	0,311
GLP	0,254
Gas Natural	0,252
Carbón	0,472
Biomasa	0,018 (neutro*)

Consideraremos la combustión de la biomasa con balance neutro de emisiones de CO₂. A pesar de ello sí se produce CO₂ como el resultado de la combustión de ésta, pero no contribuye a la emisión de gases efecto invernadero, ya que las plantas absorben CO₂ y lo liberan durante su vida. No es igual que los combustibles fósiles que pasan miles de años enterrados en el suelo con el CO₂ capturado en otros tiempos.

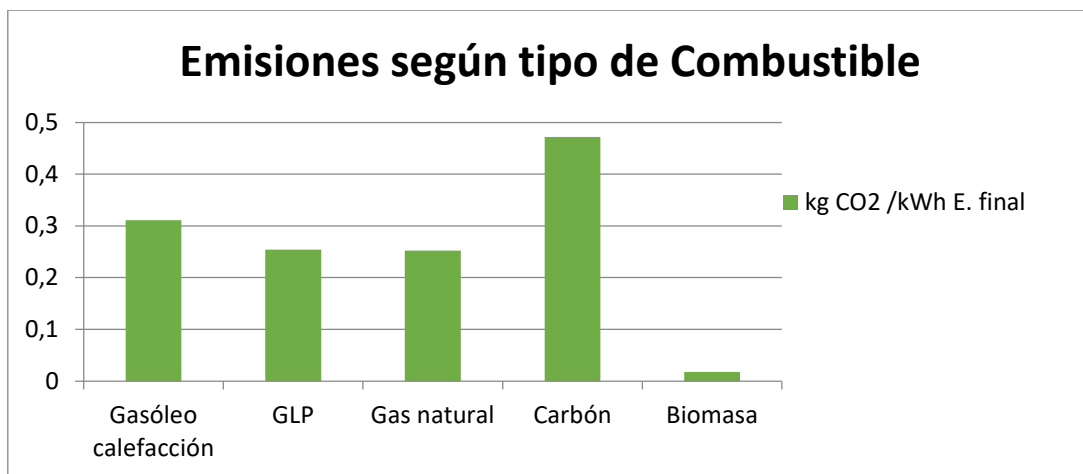


Figura 4: Gráfico de emisiones según el tipo de combustible. Fuente: Fuente IDAE (2014).

Ahora se presenta un gráfico en el cual a partir de los consumos medios anuales en consumos energéticos de los diferentes edificios, y tras las medidas de eficiencias energéticas implantadas en el sistema se observa un importante descenso de las emisiones de CO₂. Se ha planteado un único escenario, con los consumos medios anuales del año 2016. En dicho escenario se lograría un descenso de las emisiones de CO₂ con la implantación del District Heating.

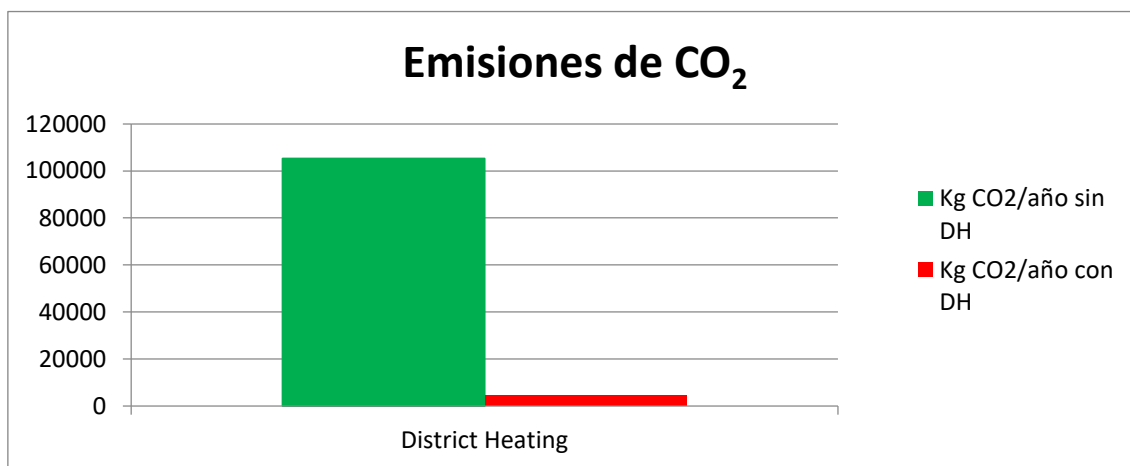


Fig. 5. Gráfico de emisiones que compara la implantación o la no implantación del District Heating. Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los gráficos, las emisiones de CO₂ son menores, por lo que, la implantación del District Heating sería una mejora y una disminución en las mismas.

Tabla 2. Valor absoluto del ahorro de las emisiones de CO₂ con la implantación del District Heating. Fuente: Elaboración propia.

	District Heating
Kg CO ₂ /año sin DH	10.5278
Kg CO ₂ /año con DH	4.610

En el cálculo se ha tenido en cuenta el aumento de la eficiencia y, por tanto, una menor necesidad de combustibles fósiles para obtener la misma demanda energética. En relación a la energía, se produciría desde un punto único con un sistema centralizado en lugar de sistemas distribuidos.

Aunque no se tengan en cuenta los rendimientos tras la sustitución de los sistemas distribuidos por uno centralizado, el ahorro en emisiones sigue siendo bastante menos en KgCO₂/año.

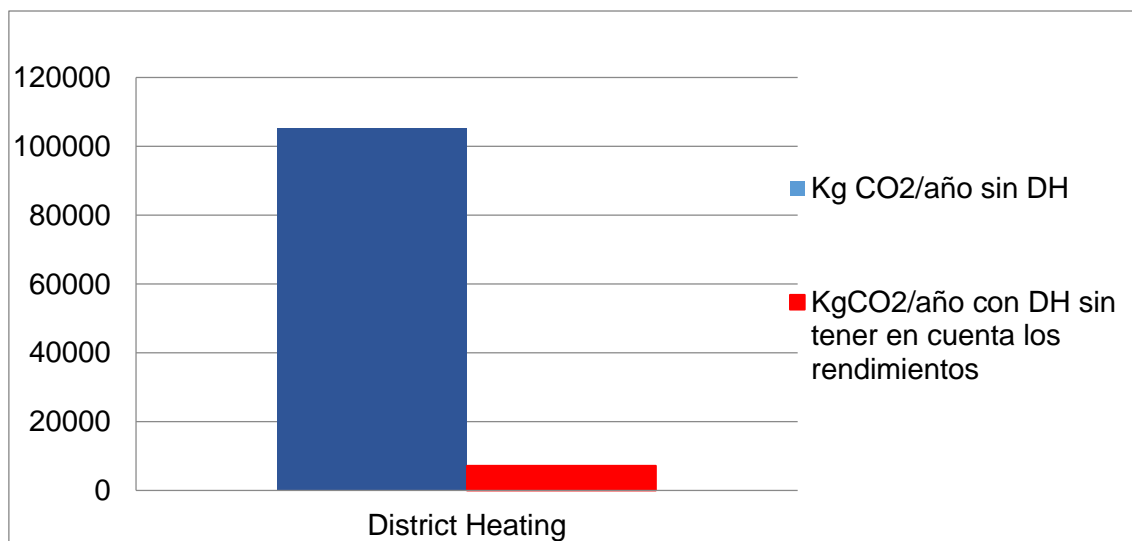


Fig. 6. Gráfico de emisiones comparativo con la implantación del District Heating sin tener en cuenta los rendimientos, y la no instalación del sistema centralizado en base a IDAE, 2014. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Valor absoluto de emisiones de CO₂ por el District Heating, sin tener en cuenta los rendimientos por el sistema centralizado. Fuente: Elaboración propia.

	District Heating
Kg CO ₂ /año sin DH	105.278
Kg CO ₂ /año con DH sin tener en cuenta los rendimientos	7.125

Como se aprecia, existe una gran diferencia en cuanto a $\text{KgCO}_2/\text{año}$ con la instalación o no del District Heating.

El cálculo de las emisiones de CO_2 al detalle se encuentra en el anexo nº 1 de Demanda Energética, Cálculo de Emisiones de CO_2 y Coste Total de la Energía Obtenida.

3.3. Experiencias realizadas anteriormente

Existen experiencias muy parecidas o similares que se han realizado con anterioridad, y algunas se encuentran en funcionamiento actualmente. Existen varios ejemplos significativos, como son:

- Cuellar (Segovia): 6MW de calor (IDAE,2007)
- Sant Pere de Torelló (Barcelona): 6MW de calor (IDAE,2007)
- Molins de Rei (Barcelona); 2,25 MW de calor (IDAE,2007)
- Central Forum (Barcelona): 15,5-20 MW de calor/frío (DISTRICLIMA,2012)
- Central Tanger (Barcelona): 6,7-13,4 MW de calor/frío (DISTRICLIMA, 2012)
- Todoella (Castellón): 200 kW de calor (ATG Enginyers, 2014)

4. Estudio de Viabilidad Técnica

4.1. Introducción

En este apartado se pretende demostrar la viabilidad técnica de la implantación del District Heating en algunos edificios públicos del municipio de Alhama de Murcia. Para ello, se ha analizado la demanda que tienen estos edificios públicos y con ello se pretende analizar y comprobar la viabilidad económica del District Heating.

Por tanto, se ha procedido a la obtención de las demandas energéticas de los diferentes edificios públicos objeto del estudio. Las diferentes demandas proceden de la auditoría energética de edificios públicos que el ayuntamiento de Alhama de Murcia realizó en 2016. Para concluir, se podrán definir algunos equipos necesarios para satisfacer las necesidades.

4.2. Toma de decisiones

4.2.1. Edificios seleccionados y análisis de consumos

Con la realización de una serie de auditorías energéticas por parte del Ayuntamiento de Alhama de Murcia, se han obtenido las demandas energéticas térmicas de los edificios públicos del municipio. Se han seleccionado tres para la red de distribución de calor. Los edificios seleccionados en concreto son: Colegio Público “Antonio Machado”, Piscina cubierta y Pabellón de Deportes “Adolfo Suárez”. La selección de estos tres edificios viene justificada por la proximidad entre los edificios seleccionados, por sus altos consumos energéticos conocidos tras las auditorías y por la facilidad para realizar la distribución de la energía entre la central térmica y estos edificios.

Tabla 4. Demanda energética térmica de los edificios que componen el escenario propuesto para la red de distribución de calor en Alhama de Murcia. *Fuente: Elaboración propia.*

Edificios para DH	Demanda Térmica kWh/año
Colegio Antonio Machado	34.000
Piscina Climatizada	302.380
Pabellón de Dep. Adolfo Suárez	59.500
TOTAL	395.880
Total (Gas Natural)	302.380
Total (Gasóleo Calefacción y ACS)	93.500

Con esto, se pueden realizar los cálculos del dimensionado de la red de distribución de calor.

El cálculo de las diferentes demandas se encuentra en el anexo nº1 de Cálculos de Demandas Energéticas, Emisiones de CO₂ y del Coste Final de la Energía Obtenida.

4.2.2. Diseño de la red de calor

Una vez seleccionados los edificios en el municipio, se diseña la red de calor o District Heating, intentando buscar una tipología que otorgue una mayor eficiencia a la red de distribución de calor.



Fig. 7. Trazado de la red de distribución del District Heating. *Fuente: Elaboración propia.*

El recorrido de la red de distribución va desde la central térmica hasta los edificios seleccionados.

- La primera acometida se sitúa en la piscina cubierta, situada al Oeste de la central térmica
- La segunda acometida se sitúa en el Pabellón cubierto “Adolfo Suárez”, situado al Norte.

- La tercera acometida suministrará de calor el Colegio público “Antonio Machado”, situado contiguo al Pabellón.

El recorrido total de la red de distribución de calor será de 505,2 m.

4.2.3. Selección de la caldera para la red de distribución de calor.

Para la selección de la caldera en la red de distribución de calor de Alhama de Murcia se han tenido los siguientes aspectos técnicos en cuenta:

- La búsqueda de una marca comercial fiable, que cumpla las exigencias mínimas en rendimientos, tipo de combustible a emplear y consumos energéticos.
- Que su precio de adquisición sea acorde con la potencia energética que aporta la caldera.

Cumpliendo este mínimo de exigencias, se ha buscado una empresa comercial dentro del ámbito nacional.

La casa comercial seleccionada es FERROLI, y la gama de caldera seleccionada ARES, en este caso ARES A de 400 KWh, con un rendimiento aproximado al 90%.

Esta caldera, con 1.800 horas de funcionamiento al año, consume aproximadamente 112,55 t de biomasa en astilla.

Las características principales de la caldera se exponen en el anexo nº 2 de Características técnicas de los equipos.

4.2.4. Cuantificación de la biomasa del municipio

Para el cálculo de la biomasa forestal y agrícola residual se han utilizado herramientas GIS y Excel. La metodología que se emplea sigue las recomendaciones de tesis doctoral “Planificación logística y valoración de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia” (Lerma, 2015) de la Universitat Politècnica de València.

Las bases de datos y el material cartográfico, proceden el Inventario Forestal Nacional (IFN4, 2008), Mapa Forestal de España (MFE 2007), SIOSE (2011), y Base Cartográfica de MFE 50 (IGN).

Siguiendo esta base metodológica, la disponibilidad de biomasa forestal generada por una gestión sostenible en el Término Municipal de Alhama de Murcia es de 5.954 t/año. Además, se cuenta con un potencial calculado de 15.160 t/año de biomasa agrícola residual

procedente principalmente de restos de podas de especies leñosas (olivos, almendros, vid y cítricos). Con ello queda suficientemente cubierto el suministro local de biomasa para la caldera dimensionada para la red de calor.

Los cálculos de potencialidad y suministro de biomasa forestal y agrícola se detallan en el anexo nº 4.

4.3. Modelo de generación y distribución

El sistema de generación y distribución de la energía térmica está compuesto por diferentes partes, claramente diferenciadas entre sí. El estudio de las partes es el siguiente:

- A) Central Térmica
- B) Redes de Distribución
- C) Subestación de Intercambio Térmico en cada edificio

El sistema de distribución se dimensiona para que pueda abastecer y cubrir la demanda energética necesaria por los tres edificios.

4.3.1. Central térmica

El edificio de la Central Térmica de Alhama de Murcia es el encargado de alojar todos los equipos de producción, almacenamiento, control y distribución de la energía térmica y del agua caliente con una superficie total de 638 m². La central se va a situar en las parcelas catastrales 83989-01; 83989-02; 83989-03 de Alhama de Murcia, espacio calificado como Suelo Urbano, localizándose en unas coordenadas aproximadas X: 638265 Y:4189666 (UTM 30 ETRS89)

Las parcelas se encuentran subdivididas en tres, siendo las características catastrales de cada una de ellas las siguientes:



Fig. 8. Mapa catastral de las parcelas. Fuente: Sede electrónica del Catastro.

PARCELA CATASTRAL		
	Localización	CL PARAGUAY 1 MANZ.9-PARC.1.1 ALHAMA DE MURCIA (ALHAMA DE MURCI) (MURCIA)
	Superficie gráfica	283 m ²
DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE		
Referencia catastral	8398901XG3889G0001ZL	
Localización	CL PARAGUAY 1 Suelo MANZ.9-PARC.1.1 30840 ALHAMA DE MURCIA (ALHAMA DE MURCI) (MURCIA)	
Clase	Urbano	
Uso principal	Suelo sin edif.	

Fig. 9. Datos descriptivos parcela 1. Fuente: Sede electrónica del Catastro.

PARCELA CATASTRAL		
	Localización	CL PERU 2 MANZ.9-PARC.1.2 ALHAMA DE MURCIA (ALHAMA DE MURCI) (MURCIA)
	Superficie gráfica	100 m ²
DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE		
Referencia catastral	8398902XG3889G0001UL	
Localización	CL PERU 2 Suelo MANZ.9-PARC.1.2 30840 ALHAMA DE MURCIA (ALHAMA DE MURCI) (MURCIA)	
Clase	Urbano	
Uso principal	Suelo sin edif.	

Fig. 10. Datos descriptivos parcela 2. Fuente: Sede electrónica del Catastro

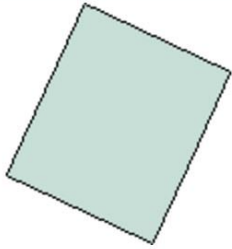


PARCELA CATASTRAL		
	Localización	CL PERU 4 MANZ.9-PARC.1.3 ALHAMA DE MURCIA (ALHAMA DE MURCI) (MURCIA)
	Superficie gráfica	255 m ²
DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE		
Referencia catastral	8398903XG3889G0001HL	 
Localización	CL PERU 4 Suelo MANZ.9-PARC.1.3 30840 ALHAMA DE MURCIA (ALHAMA DE MURCI) (MURCIA)	
Clase	Urbano	
Uso principal	Suelo sin edif.	
PARCELA CATASTRAL		

Fig. 11. Datos descriptivos parcela 3. Fuente: Sede electrónica del Catastro

El sumatorio total de las tres parcelas tiene un total de 638 m².

La zona seleccionada tiene un total de 36 m en su parte más larga y de 14 m en su parte estrecha. Por otro lado, la central térmica contará con unas medidas de 20 m de longitud en su parte más larga y de 12 m de anchura con una planta regular, distribuida en dos plantas como se puede apreciar en el apartado siguiente. El dimensionado de la Central Térmica cuenta con una cubierta plana dividida en dos tipos, siendo un total de 240 m² de ocupación, con un total de 480 m² distribuidos en dos plantas.

La distribución de la Central Térmica quedará de la siguiente forma:

- Primera planta, formada por la oficina y recepción de la central térmica, donde se tendrá acceso a la planta inferior por unas escaleras interiores.
- Planta subterránea o inferior. Esta planta constituye el grueso de la central. En ella se encontrará la caldera de biomasa, la zona de acumulación de astilla o tolva, la zona de bombeo y una sala destinada a los cuadros eléctricos y de manejo. Esta planta contará con un acceso para vehículos utilitarios para poder realizar mantenimiento de las instalaciones.

La central térmica contará con una estructura de hormigón y acero, que descansará sobre una cimentación con sus respectivos aislamientos, también contará un cerramiento en la parte superior de ladrillo y hormigón, con una cubierta plana vegetal en una superficie aproximada de 200 m², y una cubierta no transitable en la zona de la oficina y la recepción con una superficie aproximada de 100 m².

La central contará con los equipamientos eléctricos necesarios para su funcionamiento, también contará con un centro preparado para el seccionamiento eléctrico.



Fig.12. Vista aérea de la parcela de ubicación de la Central Térmica. Fuente: Google Earth.



Fig.13. Situación de la parcela dentro del entorno urbanístico. Fuente: Google Earth

4.3.1.1. Dimensionado de la Central Térmica

El diseño y dimensionado de la central térmica se va a realizar con la máxima eficiencia económica y sobre su funcionamiento técnico.

La potencia térmica necesaria para poder satisfacer las necesidades energéticas del District Heating será de 396 kW. Tal potencia será satisfecha con una caldera de biomasa de 400kW.

La Central estará compuesta por los siguientes elementos o equipos principales, como son:

- Tolva para el almacenamiento de combustible
- Caldera
- Bombas
- Sistemas de control
- Oficinas de administración y control
- Servicios o WC
- Una zona para la recepción para las mercancías

La elección de situar la central térmica en dos pisos, tiene como finalidad la integración de la misma en una zona residencial como en la que se plantea, ya que colocando la caldera en la planta baja quedará alejada y asilada de las viviendas cercanas evitando así molestias producidas por el ruido y residuos que se puedan producir. La chimenea de escape de humos puede situarse en una zona alejada de las viviendas. La distribución de la central térmica quedará de la siguiente forma:

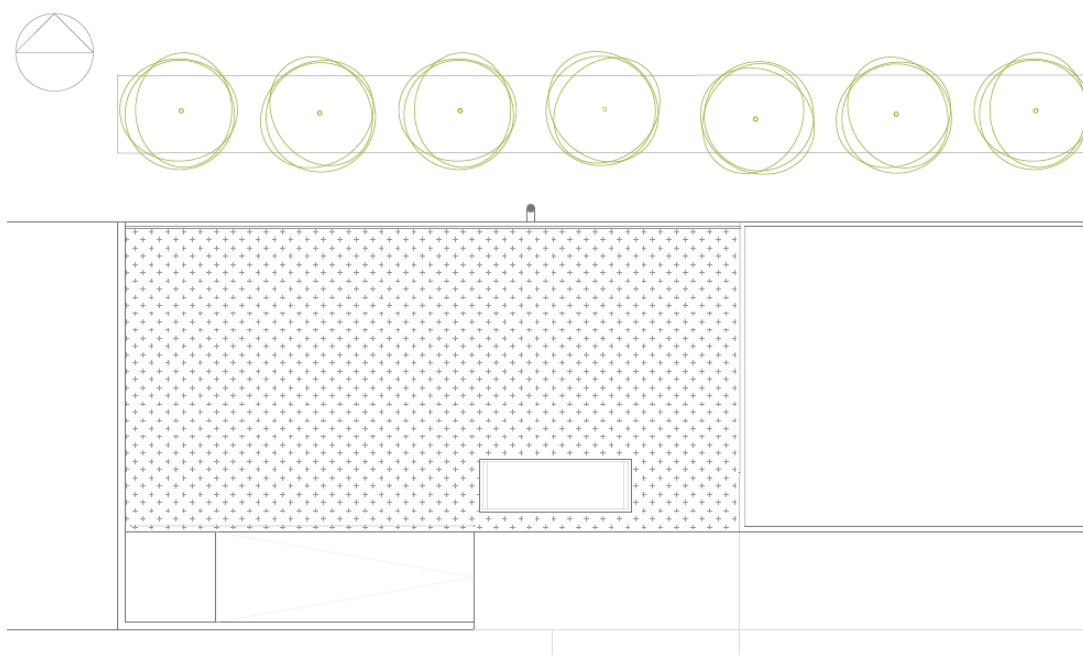


Fig. 14. Planta de Cubiertas. Fuente: *Elaboración propia.*

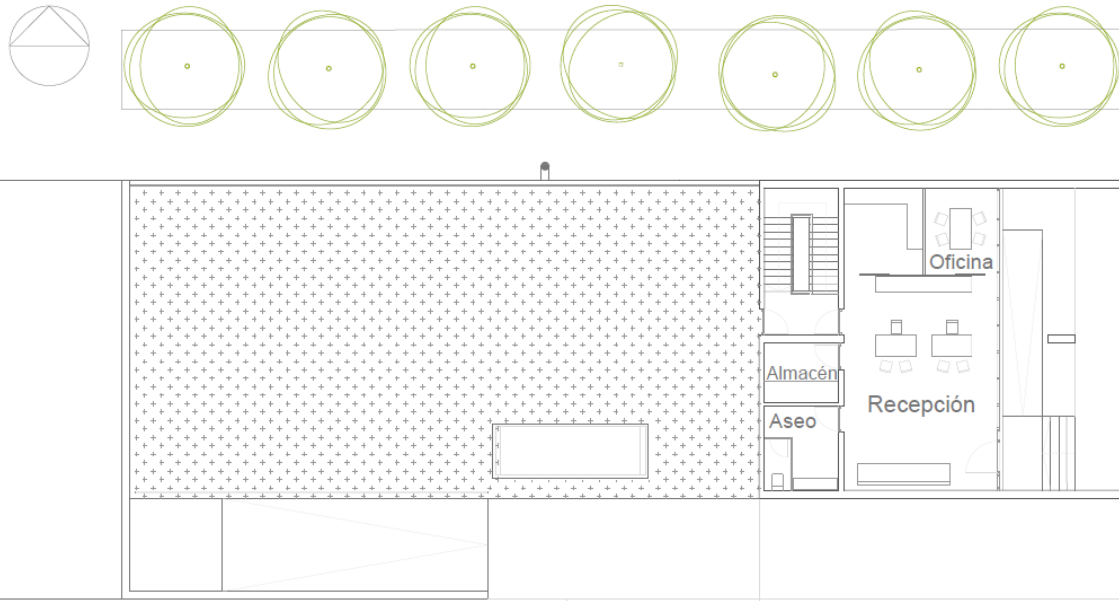


Fig. 15. Planta primera, oficina y recepción. Fuente: *Elaboración propia.*

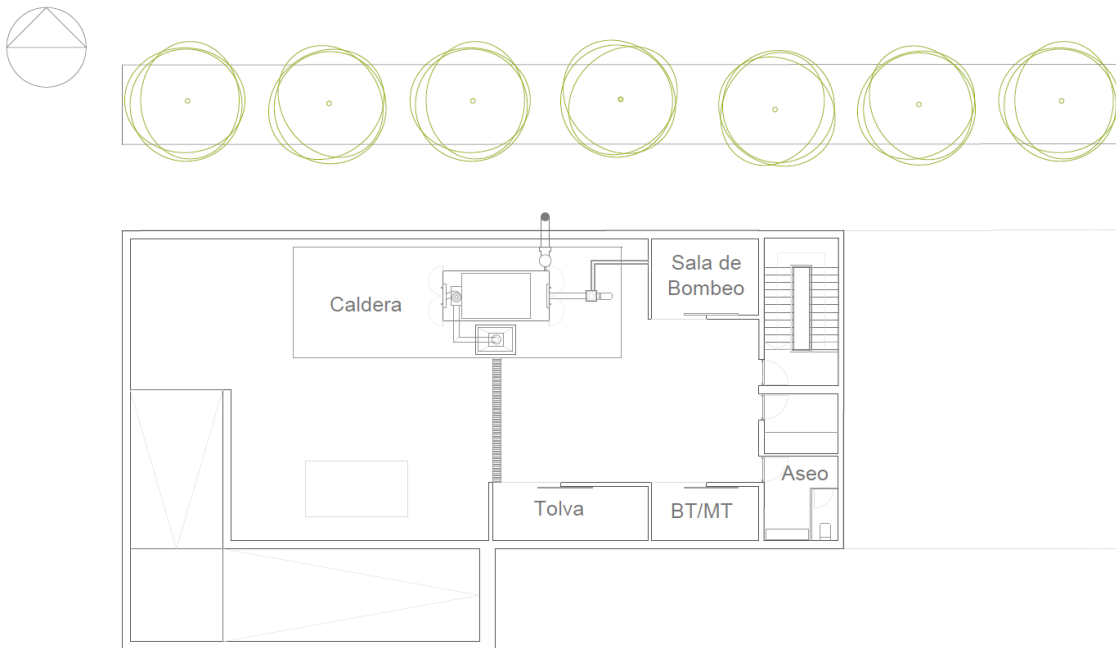


Fig. 16. Planta inferior: caldera, sala de bombeo, BT/MT y tolva. Fuente: *Elaboración propia*

La distribución de las diferentes plantas se puede observar con mejor detalle en Planos, mapas nº 8, 9 y 10.

4.3.1.2. Componentes e instalaciones

Para describir los componentes e instalaciones mínimas que tiene que tener un sistema como éste, se llevará a cabo una pequeña descripción de los mismos.

4.3.1.2.1. Caldera

La caldera necesariamente ha de ser seleccionada cuidadosamente para que tenga la máxima eficiencia y las mínimas emisiones de CO₂ para la red de distribución de calor. Se va a llevar a cabo un estudio de la capacidad frente a la oferta y la demanda, garantizando así la relación carga/eficiencia máxima durante el mayor tiempo de su funcionamiento.

En cualquier caso, existe una regulación digital modulable para poder adaptarse a las diferentes demandas estacionales e incluso en algunas puede darse de forma puntual para cada momento.

En nuestro caso en particular, la caldera va a ser de biomasa.

- Caldera de biomasa



Fig. 17. Imagen caldera ARES A 400 kW. Fuente: Biomasa Ferrolí.

La caldera de biomasa para la red de distribución de calor es la parte más importante, y se debe elegir una caldera que cumpla una serie de características necesarias para garantizar así la máxima eficiencia y el mejor funcionamiento del sistema. La caldera tendrá las siguientes características:

- Combustible, que pueda admitir cualquier tipo de biomasa. Combustible con un 45% máx. de humedad.
- Un rendimiento estacional mínimo de 85%.
- Potencia mínima a instalar: 396kW.
- Sistema de depuración de humos.
- El sistema de depuración de humos deberá conseguir un valor de emisiones de partículas inferior a 20mg/m³. Quedará asegurado que la caldera tendrá una presión disponible para poder combatir con las pérdidas de carga producidas por los elementos para la limpieza de los gases de combustión.

- Contará con un sistema de alimentación automática, suelo móvil, un sistema de evacuación por ranura por tracción, tres barras de empuje y un tornillo sin fin para el transporte del combustible.

- Deberá contar con un depósito de inercia. La propia red de tuberías actuará como un depósito de inercia en la red de distribución de calor, formando un depósito de inercia con un total de 10.042 Litros.

4.3.1.2.2. Bomba

Existirá una única bomba, ya que únicamente tenemos una red de distribución. Esta bomba funcionará como bomba de caldera y distribución a los edificios públicos seleccionados.

- Bomba de distribución por la red de distribución de calor.

La bomba seleccionada para nuestro District Heating, debe cumplir una serie de características como son las siguientes:

- Como requisito primordial las bombas deben ser seleccionadas según la tipología de las mismas, ya sean in-line, normales, de bancada, monobloc, etc., pudiendo ofrecer el máximo rendimiento y el menor coste de mantenimiento.
- Durante su selección se ha tener en cuenta que el caudal puede ser variable y constante. Ya que con un sistema de caudal variable se pueden cumplir los requisitos de cada edificio dependiendo del momento en que se necesite, llevando consigo un ahorro económico en combustible. La eficiencia mínima para este tipo de bomba ha de ser del 70%. El circuito de distribución ha de contar una bomba principal y una de reserva.

Una vez calculados los puntos de funcionamiento del sistema, se obtienen unos requisitos a la hora de seleccionar la bomba, como son los siguientes:

Tabla 5. Punto de funcionamiento de bombeo para el circuito. Fuente: *Elaboración propia.*

	Caudal L/h	Δ Presión m.c.a.
BOMBA	8462,32	11,80



Fig. 18. Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical HASA modelo "VIX-4/4".
Fuente Catálogo de HASA

4.3.1.2.3. Vasos de expansión

El vaso de expansión será el elemento encargado de absorber las variaciones de volumen de agua por el aumento de temperatura que se producirán en el sistema.

Para el cálculo de los vasos de expansión se han seguido las pautas especificadas en la norma UNE 100155:2004, sugerida por el RITE.

Por tanto, se deben de instalar 2 vasos de expansión de 500 L de la marca "Hasa" modelo "Vaso expansión 500 L." vertical, y 1 vaso de expansión de 100 L de la misma marca comercial modelo "Vaso expansión 100 L." vertical con una presión máxima de trabajo de 10 bar ambos modelos. Considerada la mejor opción según criterios técnicos y económicos del catálogo.



Fig. 19. Vasos de expansión vertical marca HASA. *Fuente Catálogo de HASA.*

4.3.1.2.4. Sistema de Control

El sistema de control será el encargado de la gestión y monitorización del funcionamiento de la Central térmica. El sistema elegido es un sistema de control centralizado del tipo BMS (Building Management System), ya que se trata de una solución que permite regular y controlar en tiempo real el consumo energético de una forma automática y con parámetros definidos por los usuarios.

El uso de BMS permite asegurar la máxima eficiencia energética y facilidad para los usuarios de la central térmica.

4.3.2. Red de distribución energética

- La tubería está compuesta por varios elementos:
- Tubería principal de servicio de acero
- Espuma de poliuretano rígido (PUR)
- Cubierta exterior robusta que envuelve la tubería formada por polietileno de alta densidad (PEAD).

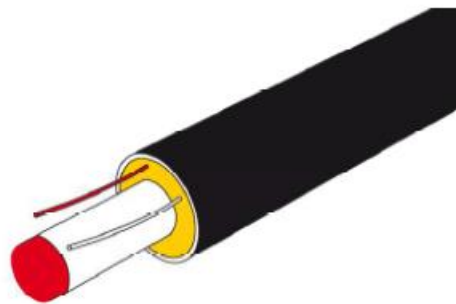


Fig.20. Composición tubería preaislada. Fuente: Efiterm

La espuma de poliuretano (PUR), tiene una muy buena combinación con los otros dos elementos de la tubería, estos forman un conjunto que parece un único material compuesto por varios. Existe una amplia gama de diámetros que van desde DN20 a DN1200.

Las empresas fabricantes de tuberías ofrecen diferentes DN dependiendo del tramo elegido:

Tubería EN 253 20/125 preaislada
Tubería EN 253 30/140 preaislada
Tubería EN 253 40/160 preaislada
Tubería EN 253 50/200 preaislada

El equilibrado hidráulico necesario calculado en el anejo nº 3 de *Cálculos Hidráulicos* se va a realizar con Válvulas de equilibrado hidráulico STAF-SG. Su instalación se efectuará a la salida del circuito en las propias subestaciones de intercambio de calor, y dispondrá de bridas de conexión para mejorar la instalación.



Fig. 21. Válvula de equilibrado hidráulico STAF-SG. *Fuente. TA Hydraulics.*

4.3.3. Subestaciones de intercambio térmico

Las subestaciones de intercambio térmico están compuestas por intercambiadores de calor de placas desmontables, todo el sistema de válvulas, accesorios y diferentes dispositivos de medidas para la conexión en el interior de cada edificio. Cada subestación de intercambio de calor será alojada en la antigua ubicación de la caldera, aprovechando así el espacio destinado a ésta.

En el sistema de District Heating de dispondrán de las siguientes subestaciones de intercambio térmico:

Tabla 6. Descripción de potencia y modelo de los intercambiadores de calor de placas.

Fuente: Elaboración propia.

Edificio	Pabellón Cubierto	Colegio Público	Piscina Cubierta
Potencia (kW)	60	200	400
Nº Estaciones	1	1	1
Modelo	M3-FG/17H	M3-FG/46H	M6-FM/24L

Las características técnicas de los componentes y materiales seleccionados se pueden observar en el Anexo nº 2 de las Características Técnicas de los Equipos de nuestro sistema.

Los detalles de los cálculos en la red de distribución de calor se pueden ver en el Anexo nº 3 de Cálculos Hidráulicos.

5. Estudio de viabilidad económica

5.1. Inversión

La inversión necesaria para lograr la implantación del District Heating en los términos que se han planteado en los apartados de viabilidad técnica se detalla a continuación:

- Central Térmica
- Silo de almacenamiento de astilla
- Instalación caldera
- Instalación eléctrica
- Sistema de bombeo
- Acometidas
- Red tuberías distribución
- Gestión de residuos
- Seguridad y salud

Obtenemos por tanto un presupuesto aproximado para la construcción que queda resumido a continuación:

Proyecto: DISTRICT HEATING Alhama de Murcia

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 CENTRAL TÉRMICA	
1.1 Acondicionamiento del terreno	12.982,55
1.2 Cimentaciones	37.308,13
1.3 Estructuras	24.922,44
1.4 Aislamientos e impermeabilizaciones	9.404,23
1.5 Cubiertas	3.970,78
1.6 Fachadas	6.810,14
1.7 Instalaciones	4.802,97
1.8 Señalización y equipamiento	1.149,98
1.9 Silo de almacenamiento de astilla	166,66
1.10 Control de calidad y ensayos	360,93
Total 1 CENTRAL TÉRMICA	101.878,81
2 INSTALACIÓN CALDERAS	85.999,50
3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4.031,03
4 SISTEMA DE BOMBEO	2.958,18
5 ACOMETIDAS	12.583,93
6 RED TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN	39.576,88
7 GESTIÓN DE RESIDUOS	218,40
8 SEGURIDAD Y SALUD	582,40
Presupuesto de ejecución material (PEM)	247.829,13
13% de gastos generales	32.217,79
6% de beneficio industrial	14.869,75
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	294.916,67
21% IVA	61.932,50
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	356.849,17

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS.

Fig. 22. Resumen del presupuesto. Fuente. *Elaboración propia.*

En Presupuesto se pueden observar en los documentos “Lista de precios” y “Presupuesto y Medición”, donde quedan detalladas todas las partidas de precios desglosadas y sus cantidades conformando el total del presupuesto.

5.2. Costes evitados.

Se obtendrá un ahorro total anual que amortizará la inversión anteriormente comentada, basándonos en el coste energético del Gasóleo-Gas Natural para calefacción y ACS que tenían los edificios que ahora están conectados a la red de distribución de calor o District Heating, el precio actual que el ayuntamiento tendrá abonar para el suministro de la materia prima o biomasa procedente del propio municipio. También hay que tener en cuenta también la reducción en el coste de mantenimiento y de operación.

Tabla 7. Coste del combustible con y sin District Heating. *Fuente: Elaboración propia.*

	District Heating
Coste combustible sin DH	26.199 €/año
Coste combustible con DH	3.560 €/año

En el cálculo se ha tenido en cuenta el aumento en eficiencia (y por tanto la menor necesidad de combustible para obtener la misma demanda energética) que se produce en el sistema centralizado en lugar de distribuido.

En cuanto a los gastos de mantenimiento y de operación se ha estimado un aumento de un 10% para el sistema de distribución, obteniendo unos costes finales de la obtención de la energía con y sin District Heating en Alhama de Murcia:

Tabla 8. Coste final de la obtención de energía con y sin District Heating. *Fuente: Elaboración propia.*

	District Heating
Coste final Obtención energía SIN DH (€)	28.819 €/año
Coste final Obtención de energía CON DH (€)	3.560 €/año

A este coste final deberíamos añadirle el ahorro económico producido por la previsible disminución en número de averías y los costes de las diferentes actuaciones correctivas de mantenimiento que necesita el District Heating que no están cuantificadas ni reflejadas en este estudio.

Los detalles de los cálculos del Coste Final de la Obtención de la energía CON y SIN District Heating se pueden ver en el anexo N°1 de Cálculos de Demanda Energética, Emisiones de CO₂ y Cálculos coste final de obtención de energía.

5.3. Resultados económicos

Para el estudio económico se han realizado una serie de consideraciones que son detalladas a continuación:

- Cálculo de flujo de caja. Se tienen en cuenta los Cobros C, Pagos M y Pagos P, que en este caso son los siguientes:

Cobros C: Será el coste final de obtención de la energía sin DH (€) al año, es decir, mediante el uso de combustibles fósiles. Al no tener este coste, se puede interpretar como un cobro.

Cobros C= 28.819 €

Pagos M: Será el coste final de obtención de la energía con DH (€) al año, es decir, mediante la obtención de la energía a través de la biomasa.

Pagos M= 3.560 €

Pagos P: Serán los pagos que se han de realizar por la solicitud de algún préstamo bancario, que en nuestro estudio no se han contemplado.

Pagos P= 0 €

- Para la segunda parte debemos dejar claro qué son los Índices de inflación que intervienen en los cálculos y cuál es el tipo de interés, por tanto, tendremos en cuenta los siguientes:
 - Índice de inflación de pago (f_m)
 - Índice de inflación de cobros (f_c)
 - Índice de inflación general (f)
 - Tipo de interés (i)

Los índices económicos i , f , f_c y f_m , pueden sufrir una serie de variaciones importantes con unos períodos de tiempo largos, como son 15, 20 y 50 años. Sin embargo, se ha evitado la búsqueda de hipótesis demasiado complejas y, ya que también nos es casi imposible realizar una predicción precisa para esos periodos de tiempo, se adoptarán unos valores en base al estado actual económico y con una serie de consulta a expertos para intentar adaptarnos lo máximo posible a la realidad. Se considerarán que estos parámetros se van a mantener sin variaciones significativas durante los períodos de vida útil, siendo su valor a lo largo del tiempo igual a la del año 0. Esta parte es el punto más débil del modelo económico, ya que es inevitable la

volatilidad de los precios de la energía en periodos de tiempo tan largos. Siendo los valores empleados igual a:

Índice de inflación de pago (f_m) = 2%

Para la elección del porcentaje del índice de inflación de pago (f_m) que está asociado al coste de obtención de la biomasa para nuestro District Heating, se ha de tener en cuenta que la biomasa forestal y agrícola como recurso biomásico gestionado de forma sostenible se pueden considerar inagotables. Por tanto, podemos considerar el aumento o cambio del precio de la misma a lo largo del tiempo como mínimo. Teniendo en cuenta la buena gestión forestal que se realiza en el Parque Natural de Sierra Espuña, sujeto a un proyecto de ordenación vigente, y una buena comunicación con los grandes agricultores, se puede partir de la hipótesis que la extracción de la biomasa debería ser cada vez más económica. Existen varias previsiones y estudios de los países de la UE más influyentes en el mercado de la biomasa, que pueden confirmar tales hipótesis, como son “Propellets Austria”, “Avebiom” y “Energiesparen im Haushalt”.

Índice de inflación de cobros (f_c) = 3%

El índice de inflación de cobros (f_c) asociado a nuestro caso, es el coste de obtención de la energía mediante la utilización de combustibles fósiles. Se ha de tener en cuenta que los precios de este producto son bastante volátiles, como se ha podido constatar durante los últimos años (ver Fig. 21). Se debe de tener en cuenta que este recurso no renovable tenderá a agotarse y por tanto el aumento de su precio. Se situará el índice de inflación de los no renovables al mismo nivel que el de la biomasa, poniéndonos así en el lado más desfavorable y poder simplificar los cálculos. Algunas fuentes nombradas anteriormente sitúan la inflación en un 6% anual para el fuel oil. Para el Gas Natural, con un valor constante que dependerá del país, se considerará un 2%. Por tanto, se fija en este estudio el Índice de Inflación de cobros (f_m) en un 3%.

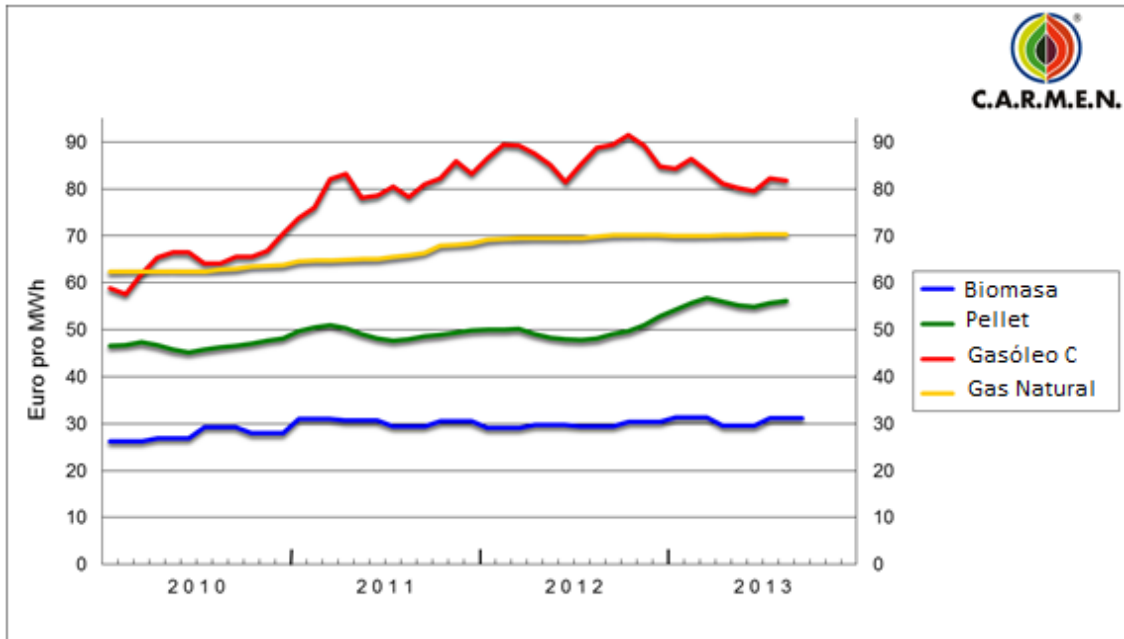


Fig. 21. Variación en el precio de combustible. Fuente: C.A.R.M.E.N.

Por tanto,

- Índice de inflación general (f)= 2%
- Tipo de interés (i)= 3%

○ La Tasa de Descuento o de Actualización (d) también es un factor a tener en cuenta:

Esta tasa debe de reflejar el coste de oportunidad del capital invertido en el momento que se haga tal inversión. Se han de considerar dos situaciones diferentes en este caso:

1. Si el inversor tiene un único mercado como el mercado de capitales, se tiene un interés i . Donde $d=i$.
2. Cuando el inversor tiene una alternativa con una rentabilidad de $i' > i$. Donde $d=i'$.

En nuestro caso, solo contemplaremos la primera situación. Donde $d=i$.

Cuando el $TIR > d$, se podrá justificar la realización de la inversión frente a la posible alternativa. Un factor que no se ha tenido en cuenta es la prima de riesgos (r). Este valor se contemplará como un valor suplementario respecto a la inversión, por tanto, reflejará el mayor riesgo posible de la inversión frente a un depósito a plazos.

La prima de riesgo (r) = 0,5%.

Por lo cual, cuando el $TIR > i+r$. se podrá justificar la realización de tal inversión.

Debemos tener en cuenta que no se contemplará ninguna subvención o ayuda al respecto. También se debe tener en cuenta la vida útil de la instalación. Según UPRES (Urban Planners with Renewable Energy Skills), de “Intelligent Energy Europe” de la Comisión Europea una red de calor urbana puede llegar a tener una vida útil de 50 años, siempre que tenga un mantenimiento correcto. En el presente estudio se fija una posición conservadora, situando la vida útil para la instalación en 30 años.

Dadas las anteriores consideraciones y el cálculo de la inversión necesaria que se presenta en el anexo de Presupuestos, el estudio económico de la instalación queda detallado a continuación:

Tablas 9 y 10. Resumen inversión, tasas, cobros y Pagos. Fuente: *Elaboración propia.*

Inversión	356.849,70 €
Tasa i	3%
r	0,50%
Tasa d (i+r)	3,50%
Tasa fc	3%
Tasa fm	2%
Tasa f	2%

Cobro C	Coste final Obtención energía SIN DH (€)	28.819,67 €
Pago M	Coste final Obtención de energía CON DH (€)	3.560,60 €

Tabla 11. Estudios Económicos a 30 años. Obtención del VAN. Fuente: *Elaboración propia*.

Año	Tasa d (i+r)	Tasa fc	Tasa fm	Tasa f	Cobro C	Pago M	Pago P	Flujo Anual Actualizado	VAN año Actualizado
1	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		24677,89	-332171,8
2	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		24109,717	-308062
3	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		23554,274	-284508
4	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		23011,288	-261497
5	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		22480,492	-239016
6	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		21961,624	-217054
7	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		21454,426	-195600
8	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		20958,648	-174641
9	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		20474,043	-154167
10	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		20000,369	-134167
11	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		19537,389	-114630
12	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		19084,872	-95545
13	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		18642,589	-76902
14	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		18210,319	-58692
15	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		17787,842	-40904
16	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		17374,946	-23529
17	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		16971,42	-6558
18	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		16577,061	10020
19	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		16191,665	26211
20	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		15815,038	42026
21	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		15446,987	57473
22	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		15087,322	72561
23	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		14735,859	87296
24	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		14392,417	101689
25	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		14056,818	115746
26	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		13728,89	129475
27	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		13408,463	142883
28	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		13095,369	155978
29	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		12789,447	168768
30	3,5%	3%	2%	2%	28819,67	3560,6		12490,537	181258

Tabla 12. Justificación cálculo de la TIR a 30 años. Fuente: *Elaboración propia*

Año	Tasa d (i+r)	Tasa fc	Tasa fm	Tasa f	Cobro C	Pago M	Pago P	Flujo Anual Actualizado	VAN año Actualizado
1	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		23886,3795	-332963,321
2	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		22587,9455	-310375
3	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		21359,7739	-289016
4	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		20198,0837	-268818
5	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		19099,2959	-249718
6	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		18060,023	-231658
7	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		17077,0586	-214581
8	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		16147,3681	-198434
9	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		15268,079	-183166
10	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		14436,4731	-168729
11	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		13649,9775	-155079
12	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		12906,1575	-142173
13	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		12202,7089	-129970
14	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		11537,4513	-118433
15	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		10908,321	-107525
16	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		10313,3656	-97211
17	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		9750,73719	-87461
18	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		9218,68749	-78242
19	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		8715,56209	-69526
20	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		8239,79563	-61286
21	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		7789,907	-53497
22	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		7364,49482	-46132
23	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		6962,23319	-39170
24	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		6581,86767	-32588
25	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		6222,21141	-26366
26	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		5882,14159	-20484
27	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		5560,59593	-14923
28	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		5256,56948	-9666
29	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		4969,11155	-4697
30	6,93%	3%	2%	2%	28819,67	3560,60		4697,32278	0

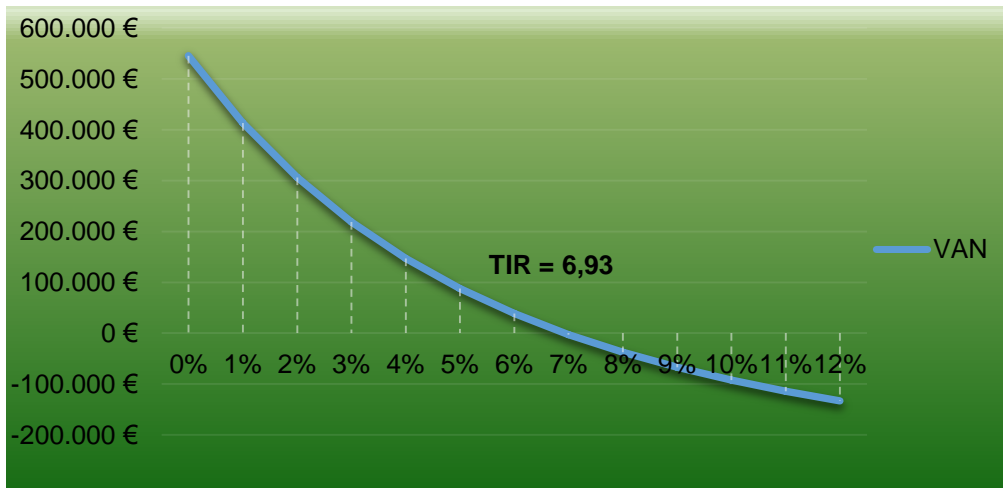


Fig. 22. Cálculo gráfico de la TIR a 30 años. Fuente: *Elaboración propia*.

Por tanto, se obtendrán los siguientes resultados:

Tabla 13. Resultados Estudio Económico. Fuente: *Elaboración propia*

TIR	6,93%
VAN	181258
TR	18
IR	1,51

Ya que el $TIR > d (i+r)$, quedará justificada la realización de la inversión.

Se debe tener en cuenta que se han calculado con los Índices de inflación, para los precios de los combustibles fósiles y la biomasa. Si estuviéramos en un escenario más realista probablemente el precio de la biomasa tienda a mantenerse e incluso a bajar, mientras que el precio de los combustibles fósiles tenderán a subir su precio. Por tanto, queda demostrada que la inversión prevista sería viable y rentable. A todo ello hay que añadir la posibilidad de dotar con subvención pública a una instalación pública de este tipo, como actualmente otorga por ejemplo el Gobierno de Murcia (Orden de subvenciones OE.4.2.2.), apoyando con un 45% la instalación de la caldera y con un 45% la red de distribución de calor.

En el resultado económico se valoran únicamente los beneficios económicos directos, dejando al margen algunos que se pueden producir secundariamente, como podrían ser la importancia en la prevención de incendios en la zona e incluso el ataque de alguna plaga. Se pueden considerar como beneficios intangibles y de una responsabilidad futura significativa. Este tipo de beneficios pueden llegar a ser muy importantes, pero no pueden ser justificados de manera cuantificada a pesar de que



han de tenerse siempre en cuenta a la hora de favorecer este tipo de inversiones y proyectos.



6. Impacto ambiental

De acuerdo con el Real Decreto Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, de evaluación de impacto ambiental, es perceptivo hacer para el presente proyecto un estudio de impacto ambiental y una evaluación de impacto ambiental dado que está dentro de los supuestos que se especifican en los Anejos de dicha ley.



7. Seguridad y salud

Según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y atendiendo a los supuestos del artículo 4, habrá que hacer un estudio básico de seguridad y salud.

8. Conclusiones

Dados los resultados obtenidos en la Memoria, se puede considerar que queda demostrada la viabilidad tanto técnica como económica para la implantación de una red de distribución de calor o District Heating siendo abastecida con la biomasa agrícola y forestal producida dentro del propio término municipal de Alhama de Murcia. Por tanto, queda contemplada la implantación de una red de distribución que abarque todas las necesidades térmicas de los edificios seleccionados en la localidad.

Con ello, las principales conclusiones que se extraen del estudio técnico y económico son:

- a) En primer lugar, este estudio técnico y económico está directamente en línea con todas las políticas de eficiencia energética y uso de energías renovables en la Unión Europea, orientadas a la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y a la lucha activa frente al cambio climático. Este proyecto es un claro ejemplo de economía circular a nivel local, en el que se ponen en valor residuos agrícolas y forestales para su transformación y uso como bioenergía en cadena corta de suministro, valorización y distribución, como ejemplo de energía limpia y renovable.
- b) La viabilidad económica queda demostrada, incluso sin tener que recurrir a ningún tipo de ayuda o subvención. Existe la posibilidad de obtener unos ingresos adicionales por parte del Estado al contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ y por la participación en el mercado de derechos de emisiones de CO₂.

c) Además, hay que tener en cuenta que este tipo de proyectos fomentan el desarrollo de la bioeconomía a nivel local, promoviendo un sector como la bioenergía que está en alza y con unas muy buenas expectativas de desarrollo sostenible y crecimiento sostenido. Los más importantes beneficios socioeconómicos derivados son:

- Un aumento en la generación de empleo local en el municipio, fomentando así un aumento del crecimiento económico.
- Una disminución de la dependencia energética exterior ya sea de la localidad o del propio país.
- Una importante disminución del riesgo de incendios forestales que va ligado a una disminución en los costes de prevención y extinción.
- Una disminución considerable de plagas y tratamientos fitosanitarios en el monte.

ÍNDICE ANEXOS

- ANEXO N°1: Cálculo de Demanda Energética, Emisiones de CO₂ y Coste Final de Obtención de Energía)
- ANEXO N°2: Características técnicas de los equipos
- ANEXO N°3: Circuitos hidráulicos
- ANEXO N°4: Cuantificación de existencias totales de biomasa en Alhama de Murcia
- ANEXO N°5: Bibliografía de referencia.

**ANEXO 1: Cálculo de Demanda
Energética, Emisiones de CO₂ y Coste Final de
Obtención de Energía**



ÍNDICE

1. Introducción
2. Demanda energética para el municipio, Alhama de Murcia
3. Emisiones de CO₂
4. Coste final de la Obtención de Energía

1. Introducción

En este anexo se va a plasmar algunos de los cálculos realizados para el desarrollo del Estudio de viabilidad técnico-económica para la implantación de un District Heating en el municipio de Alhama de Murcia, teniendo tres partes bien diferenciadas como son la Demanda Energética, Emisiones de CO₂ y el Coste final para la Obtención de Energía con y sin la implantación del District Heating.

2. Demanda energética

Para los cálculos de la demanda energética para el municipio, se han sumado las demandas energéticas reales de los edificios seleccionados para el District Heating.

Tabla 1. Demanda energética y potencia mínima del intercambiador de placas de cada edificio.

Fuente: Elaboración propia

EDIFICIOS	Nº IdC	Potencia mínima Intercambiador de placas (kW)	Demanda Térmica kWh/año
Piscina Cubierta	IdC. 1	400	302.380
Pabellón Cubierto "Adolfo Suarez"	IdC. 2	60	59.500
Colegio Público Antonio Machado	IdC. 3	200	34.000

3. Emisiones de CO₂

Tabla 2. Factores de emisión para cálculo de emisiones según combustible utilizado. *Fuente:*

Elaboración propia

	kWh/año	Biomasa kg CO ₂ /kWh E. final	GN kg CO ₂ /kWh E. final	Gasóleo kg CO ₂ /kWh E. final	GN (kWh/año)	Gasóleo (kWh/año)
District Heating	395.880	0,018	0,252	0,311	302.380	93.500

Tabla 3. Emisiones de CO₂ para cada escenario. *Fuente: Elaboración propia*

	District Heating
Kg CO ₂ /año sin DH	105.278,26
Kg CO ₂ /año con DH	4.610,84

En el cálculo se ha tenido en cuenta el aumento en eficiencia (y por tanto una menor necesidad de combustible para obtener la misma demanda energética) que se produce en el sistema centralizado en lugar de distribuido.

4. Coste final de obtención de energía

Tabla 4. Coste por kWh final según el combustible utilizado. *Fuente: IDAE.*

Coste de combustible	€/kWh
GN	0,065
Gasóleo	0,07
Biomasa	0,0139

Tabla 5. Coste del combustible anual total de abastecimiento de la demanda anteriormente calculada. *Fuente: Elaboración propia*

	District Heating
€ combustible sin DH	26.199,7
€ combustible con DH	3.560,6

Tabla 6. Ponderaciones para aplicación al coste de obtención de energía según rendimiento medio estacional y mantenimiento con y sin District Heating.

Fuente: Elaboración propia

	Rto. Medio Estacional SIN DH	Rto. Medio Estacional CON DH	Mantenimiento SIN DH	Mantenimiento con DH
District Heating	0,55	0,85	1,1	1

Tabla 7. Coste final de la obtención de energía con y sin District Heating.

Fuente: Elaboración propia.

	District Heating
Coste final obtención energía SIN DH (€)	28.819,67
Coste final obtención de energía CON DH (€)	3.560,59

ANEXO 2: Características técnicas de los equipos



ÍNDICE

1. Introducción
2. Caldera
3. Bombas
4. Vasos de Expansión
5. Intercambiador de Placas
6. Tuberías

1. Introducción

En el siguiente anexo se van a exponer los datos técnicos de materiales y elementos importantes presentes en el proyecto compuestos principalmente por Bombas, Vaso de expansión, Intercambiador de placas, Tuberías y Caldera.

2. Caldera

Gama de calderas de biomasa desde 60 kW hasta 4.100 kW para astillas, pellet y hueso de aceituna



MODELOS 60 - 100 (con cuadro electrónico opcional)



MODELOS 130 - 4100
(cuadro eléctrico no incluido)



- Uso de astilla hasta G30 en $\leq 230\text{kW}$, y hasta G50 en resto de modelos.
- Gama de potencias disponibles: entre 60 kW y 4.100 kW con 4 pasos de humos.
- Cuerpo de caldera en acero con quemador de hierro fundido por floración con sistema de alimentación mecánico.
- Presión máxima de trabajo: 3 bar (posible fabricación especial a 6 bar)
- Puerta de caldera aislada para Inspección y limpieza de caldera.
- Con tolva de alimentación de combustible de entre 480 litros y 2.650 litros en función de la potencia de la caldera.
- Con la posibilidad de tener la tolva a la derecha o a la izquierda de la caldera en modelos de hasta 100 kW (Indicándolo a la hora de realizar el pedido).
- Con válvula hídrica como elemento de seguridad contra retroceso de llama hasta tolva ya incorporada.
- Con sinfín para el transporte de combustible con velocidad variable.
- Con control tanto de aire primario como secundario.
- Con rendimiento de hasta el 97,4%.
- Calderas clasificadas CLASE 3 (UNE EN 303).
- Múltiples accesorios para poder adaptarnos a cualquier necesidad de instalación (ver tabla accesorios disponibles).
- La gama de calderas ARES A modelos 60, 80 y 100, se sirven con un cuadro básico de control compuesto de:
 - Interruptor ON/OFF
 - Selector de Tª de Ida

El encendido de caldera por lo tanto tendría que ser manual.
En el resto de modelos no se incorpora ningún cuadro de control, por lo que necesariamente se necesita pedir un cuadro de control como accesorio (Ver tabla de accesorios disponibles).



Pellet



Orujillo



Cascaras de frutos



Astillas

Fig.1. Tipo de caldera seleccionada. Fuente: Biomasa Ferrol.

Tabla 1. Características de la caldera seleccionada. Fuente: Biomasa Ferrol.

GAMA ARES A - Calderas de biomasa de agua caliente						
CÓDIGO	PRODUCTO	POTENCIA ÚTIL (kW)	RENDIMIENTO (%)	VOLUMEN TOLVA INCORPORADA (L)	PRECIO (€)	
1D3100607	ARES A 60	60	88,5	480	14.282	
1D3100807	ARES A 80	80	88,6	480	15.629	
1D3101007	ARES A 100	100	90,0	480	17.253	
1D3101307	ARES A 130	130	90,1	560	24.500	
1D3101807	ARES A 180	180	90,1	560	28.396	
1D3102307	ARES A 230	230	90,1	560	32.425	
1D3103007	ARES A 300	300	90,2	560	42.028	
1D3104007	ARES A 400	400	> 89	560	50.158	
1D3105007	ARES A 500	500	> 89	560	57.408	
1D3106507	ARES A 650	650	> 97,4	560	71.514	
1D3108007	ARES A 800	800	> 97,4	560	81.886	
1D3109507	ARES A 950	950	> 97,4	560	92.213	
1D3113007	ARES A 1300	1300	> 96,8	1.400	108.107	
1D3116507	ARES A 1650	1650	> 96,8	1.400	122.169	
1D3120007	ARES A 2000	2000	> 96,8	1.400	136.188	
1D3127007	ARES A 2700	2700	> 89	2.650	177.644	
1D3134007	ARES A 3400	3400	> 89	2.650	212.170	
1D3141007	ARES A 4100	4100	> 89	2.650	246.682	

* Puesta en servicio incluida en modelos de hasta 400 kW *Los conceptos incluidos en la Puesta en Servicio son la mano de obra necesaria para poner en servicio la caldera en un periodo máximo de 6 horas, a una distancia máxima desde núcleo urbano no superior a 20 Km en poblaciones superiores a 30.000 habitantes.

Dimensiones y conexiones calderas ARES A 130 a 950 kW

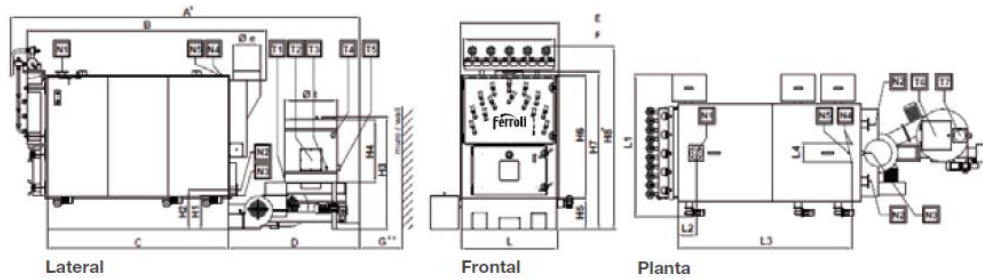


Fig.2. Dimensionado y conexiones de la caldera. Fuente: Biomasa Ferrol

Tabla 2. Dimensionado de la caldera. Fuente: Biomasa Ferrol

MODELOS		ARES A 130	ARES A 180	ARES A 230	ARES A 300	ARES A 400	ARES A 500	ARES A 650	ARES A 800	ARES A 950
A*	mm		3.700			4.450			5.700	
B	mm	1.600	1.900	2.200	2.200	2.550	2.900	3.050	3.500	3.950
C	mm	950	1.250	1.550	1.450	1.800	2.150	2.050	2.500	2.950
D	mm	1.950	1.650	1.350	2.550	2.200	1.850	3.050	2.600	2.150
E	mm		1.000			1.300			1.600	
F	mm		900			1.200			1.500	
G**	mm		2.400			3.100			4.100	
H1	mm		450			490			550	
H2	mm		500			560			640	
H3	mm		1.700			1.850			1.900	
H4	mm		1.000			1.000			1.000	
H5	mm		400			450			500	
H6	mm		1.330			1.700			2.000	
H7	mm		1.800			2.250			2.600	
H8*	mm		2.000			2.400			3.000	
L	mm		980			1.270			1.560	
L1	mm		1.650			2.000			2.350	
L2	mm		150			200			300	
L3	mm	880	1.180	1.480	1.330	1.680	2.030	1.940	2.390	2.840
L4	mm		290			300			300	
0 t	mm		850			850			850	
0 e	mm		300			350			450	

G**: distancia mínima necesaria para extraer el sinfín de alimentación (consultar manual de uso y mantenimiento).

A* y H8*: Incluyen la instalación de kit de limpieza neumática (opcional).

Tabla 3. Tipo de conexiones hidráulicas y de servicio. Fuente: Biomasa Ferrol.

Conexiones de hidráulicas							
POS.	DESCRIPCIÓN	TIPO	UDS	ARES A 130-230	ARES A 300-500	UDS	ARES A 650-950
N1	ida	brida UNI 2276-67	1	DN 65	DN 80	1	DN 100
N2	retorno	brida UNI 2276-67	1	DN 65	DN 80	2	DN 100
N3	descarga	manguito	1	DN 40	DN 40	1	DN 40
N4	entrada/salida disipador de calor	toma	2	DN 25	DN 25	2	DN 25
N5	toma sonda disipador de calor	manguito	1	DN 15	DN 15	1	DN 15

Conexiones de servicio					
POS.	UDS	DESCRIPCIÓN	TIPO	UDS	DIMENSIONES
T1	1	Sensor mínimo de combustible	Hueco	mm	Ø50
T2	1	Boca de inspección	Boca cuadr.	mm	300 x 300
T3	1	Toma para válvula anti-incendio	Toma	ISO7/1 DN	20
T4	1	Predisposición para sonda de nivel máximo	Manguito	ISO7/1 DN	65
T5	1	Predisposición para sonda de nivel mínimo	Manguito	ISO7/1 DN	65
T6	1	Boca para carga manual	Boca cuadr.	mm	480 x 480
T7	1	Predisposición para carga automática del combustible	tubo+brida	mm	Ø190 (ARES A 130-500) / Ø220 (ARES A 650-950)

Tabla 4. Datos técnicos de la caldera. Fuente: Biomasa Ferrol.

Datos técnicos

MODELOS		ARES A 1300	ARES A 1650	ARES A 2000	ARES A 2700	ARES A 3400	ARES A 4100
Potencia nominal útil	kW	1.300	1.650	2.000	2.700	3.400	4.100
Potencia quemada	kW	1.430	1.830	2.200	3.000	3.750	4.550
Rendimiento térmico declarado	%	96,8					
Presión máxima de trabajo	bar	3					
Presión de prueba hidráulica	bar	4,5					
Temperatura máxima de trabajo	°C	90					
Tensión de red	V	400 (50-60 Hz)					
Potencia eléctrica consumida (sin opcionales)	kWh	5,9	5,9	5,9	7,3	7,3	7,3
Consumo combustible a régimen ⁽¹⁾	Kg/h	292	373	449	612	765	928
Volumen tolva	dm ³	1.400					
Autonomía tolva (consumo a régimen)	h/min	3h 15'	2h 30'	2h	3h	2h 30'	1h 45'
Pérdida de carga en agua (10°C)	mbar	712	773	826	1.115	1.400	1.680
Pérdida de carga en agua (20°C)	mbar	456	495	562	557	700	840
Temperatura mínima activación bomba	°C	40					
Contenido agua caldera	L	4.300	4.970	5.650	8.900	10.500	12.100
Temperatura media humos (con caldera limpia)	°C	180 (±20%)					
Depresión chimenea	Pa	-20 (±30%)					
Díámetro chimenea	mm	550				650	
Caudal medio humos (al 10% O ₂)	Nm ³ /h	3.200	4.100	5.200	n.d	n.d	n.d
Volumen cámara de combustión	dm ³	3.850	4.520	5.190	7.635	9.120	10.600
Dimensión de apertura cámara de combustión L x H	mm	1.300 x 920				1.580 x 1.230	
Caudal válvula descarga térmica en disparador	L/h	6.300					
Pesov cuerpo caldera (tolerancia ± 10%)	Kg	7.500	9.100	11.000	17.500	19.500	21.500
Peso quemador (tolerancia ±10%)	Kg	2.000	2.400	3.000	4.000	4.500	5.000
Peso total (tolerancia ±10%)	Kg	9.500	11.500	14.000	21.500	24.000	26.500

Tabla 5. Consumo de toneladas/año de astilla. Fuente: Elaboración propia.

Consumo total Edificios(kWh)	Poder calorífico Inferior IDEA (kWh/kg)	Rto Caldera	Kg/año	Tn/año	Tn/año RTO.Caldera
395.880	3,92	0,9	100989,80	100,99	112,21

Con un tiempo medio de funcionamiento de la caldera de 1.800 horas anuales, y con un rendimiento del 90%, se obtienen un consumo total de 112,21 T/año de biomasa de astilla.

3. Bombas



Electrobombas centrífugas multicelulares verticales

Serie VIX



VIX - B/II

APLICACIONES

Electrobombas verticales multicelulares en línea ideales para suministro de agua en aplicaciones industriales, civiles, sistemas de riego, abastecimientos a urbanizaciones, grupos de presión. Muy adecuadas para trabajar con líquidos de uso químico-industrial.

MATERIALES

Pintura del motor por electrofóresis que asegura una gran resistencia a la corrosión.
Cuerpo bomba, camisa, turbinas, difusores, eje, tapones y protector acoplamiento en acero inoxidable AISI 304.
Acoplamiento eje y base soporte en aluminio.
Cuerpo unión bomba-motor en fundición de hierro.
Cierre mecánico en carburo de silicio/carbono/EPDM.
Juntas en EPDM.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Bombas verticales multicelulares con acoplamiento.
Motor cerrado con ventilación externa.
Protección IP-55.
Aislamiento clase F.
Temperatura del líquido a bombear de -30 °C a 120 °C.
Todas las bombas se suministran con sus correspondientes bridas de aspiración e impulsión tornillos y juntas en etileno-propileno.
Bajo demanda todos los modelos se pueden suministrar en acero inoxidable AISI 316.

APPLICATIONS

In-line multistage vertical electro-pumps, suitable for water supply in industrial and civil applications, irrigation systems, residential areas supplies and pressure units. Highly suitable for working with liquid chemicals.

MATERIALS

*Electrophoresis motor paint which assures high resistance to corrosion.
Pump body, impellers, diffusers, shaft, plugs and coupling protector in AISI 304 stainless steel.
Shaft coupling and base support in aluminium.
Pump-motor union body in cast iron.
Mechanical seal in silicon carbide/carbon/EPDM.
Joints in EPDM.*

TECHNICAL CHARACTERISTICS

*Multistage vertical pumps with coupling.
Enclosed motor with external ventilation.
IP-55 protection.
F class insulation.
Temperature of pumped liquid from -30 °C to 120 °C.
All pumps are supplied with corresponding suction and impulse flanges, screws and joints in ethylene-propylene.
Upon request, all models can be supplied in AISI 316 stainless steel.*

Fig.3. Tipo de bomba. Fuente: Catálogo bombas Hassa.

Tabla 6. Características de la bomba seleccionada para la distribución de calor en los edificios elegidos. Fuente: Catálogo bombas Hassa.



Electrobombas centrífugas multicelulares verticales
Serie VIX

Modelo Model Modele	P2		I (A)			Ø		Caudal / Flow / Debit (l/h)															
	kW	CV	3~ 230V	3~ 400V	3~ 690V	Asp	Imp	0	2400	3000	3600	4800	6000	7200	8500	10200	11000	14000	16200	19800	21000	24000	
VIX-4/3	0,55	0,75	2,5	1,4	-	32	32	21,8	19,9	19,2	18,4	16,5	13,9	10,8	8,9								
VIX-4/4	0,55	0,75	2,5	1,4	-	32	32	30	28,2	27,5	26,6	24,4	21,2	17,3	12,2								
VIX-4/5	0,75	1	3,1	1,8	-	32	32	38	36,4	35,5	34,5	32	28,2	23,5	17,1								
VIX-4/6	1,1	1,5	4,1	2,4	-	32	32	45,3	43,7	42,8	41,6	38,5	33,9	28,1	20,3								
VIX-4/7	1,1	1,5	4,1	2,4	-	32	32	52,7	50,7	49,5	48,1	44,8	39,1	32,2	23,1								
VIX-4/8	1,1	1,5	4,1	2,4	-	32	32	60,1	57,6	56,2	54,6	50,5	44,1	36,2	25,8								
VIX-4/9	1,5	2	5,1	3	-	32	32	68	65,5	64	62,2	57,8	50,6	41,9	30,2								
VIX-4/11	1,5	2	5,1	3	-	32	32	82,8	79,3	77,5	75,2	69,7	60,7	49,9	35,6								
VIX-4/13	2,2	3	7,5	4,3	-	32	32	98,3	95	92,8	90	83,2	72,6	59,9	43,5								
VIX-4/14	2,2	3	7,5	4,3	-	32	32	105,7	102	99,6	96,6	88,5	77,8	64	46,3								
VIX-4/16	2,2	3	7,5	4,3	-	32	32	120,5	115,9	113,1	109,6	100,5	87,8	72,1	51,8								
VIX-4/18	3	4	10,5	6,1	-	32	32	135,8	131,1	128	124,1	113,2	99,9	82,3	59,5								
VIX-4/21	3	4	10,5	6,1	-	32	32	157,9	152	150,3	143,6	130,4	114,9	94,2	67,6								
VIX-4/23	4	5,5	-	7,6	4,4	32	32	174,4	168,9	165,1	160,2	144,9	129,6	107,2	78,2								
VIX-4/25	4	5,5	-	7,6	4,4	32	32	189,2	183,1	178,9	173,5	158,8	140,1	115,7	84,1								
VIX-8/2	0,75	1	3,1	1,8	-	40	40	23,6	---	---	---	21,9	21,3	20,5	19,2	17	15,8	10					
VIX-8/3	1,1	1,5	4,1	2,4	-	40	40	35,7	---	---	---	33	32,1	30,9	28,3	25,8	24,1	16					
VIX-8/4	1,5	2	5,1	3	-	40	40	47,7	---	---	---	44,2	43	41,5	38,2	34,8	32,6	21,7					
VIX-8/5	2,2	3	7,5	4,3	-	40	40	60	---	---	---	56,1	54,7	52,8	48,5	44,9	42,2	29					
VIX-8/6	2,2	3	7,5	4,3	-	40	40	71,8	---	---	---	66,8	65	62,9	57,9	53,1	49,8	33,9					
VIX-8/7	3	4	10,5	6,1	-	40	40	83,6	---	---	---	78,3	76,2	73,9	67,9	62,1	58,3	39,8					
VIX-8/8	3	4	10,5	6,1	-	40	40	95,3	---	---	---	88,9	86,5	83	77,2	70,2	65,7	44,5					
VIX-8/9	4	5,5	-	7,6	4,4	40	40	106,3	---	---	---	100,1	97,5	94	87,1	80	75,1	52,1					
VIX-8/10	4	5,5	-	7,6	4,4	40	40	118	---	---	---	110,8	107,9	104	96,2	88,2	82,8	57,2					
VIX-8/11	4	5,5	-	7,6	4,4	40	40	129,6	---	---	---	121,3	118,1	114,3	105,7	96,3	90,3	62,1					
VIX-8/13	5,5	7,5	-	10,4	6	40	40	156	---	---	---	146,5	142,7	135,9	127,5	116,4	109,2	74,3					

4. Vasos de expansión



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Depósitos con membrana fija.
 Construidos con chapa de acero embutido.
 Pintura epoxi de larga duración color rojo.
 Membrana en goma SBR.
 Temperatura de -10 °C a 99 °C.
 Homologados CE conformes a la directiva 97/23/CE.
 Depósitos expansores para instalaciones de calefacción y refrigeración, ideales para absorber los aumentos de volumen producidos por las diferencias de temperaturas.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Fixed membrane tanks.
 Made of deep drawn steel sheet.
 Long-live epoxi external paint, red colour.
 Membrane in SBR rubber.
 Temperature from -10 °C to 99 °C.
 CE Approved and in accordance with 97/23/CE standard.
 Expander tanks for heating and cooling installations, suitable for absorbing volume increases produced by difference in temperatures.

Fig.4. Características de los vasos de expansión. Fuente: Catálogo bombas Hassa.

Tabla 7. Vasos de expansión seleccionados, de 500 L y 100 L. Fuente: Catálogo bombas Hassa.

Modelo Model Modelle	Capacidad Capacity Capacité (L)	Tipo Type	Presión max. Max. pressure Pression max. (BAR)	Pres. precarga Tare pressure Pression tare (BAR)	Ø Conexión Connection Raccord	Dimensiones (mm) Dimensions	
						Ø	Alto High / Haut
Vaso expansión 5 l.	5	Sin base de soporte Without support base Sans base de soutien	8	1,5	¾"	205	225
Vaso expansión 8 l.	8		8	1,5	¾"	205	300
Vaso expansión 12 l.	12		8	1,5	¾"	270	300
Vaso expansión 18 l.	18		8	1,5	¾"	270	410
Vaso expansión 24 l.	24		8	1,5	¾"	320	355
Vaso expansión 35 l.	35		10	1,5	¾"	400	390
Vaso expansión 50 l.	50		10	1,5	¾"	400	500
Vaso expansión 80 l.	80	Vertical Verticale	10	1,5	¾"	400	820
Vaso expansión 100 l.	100		10	1,5	¾"	500	775
Vaso expansión 150 l.	150		10	1,5	¾"	500	1005
Vaso expansión 200 l.	200		10	1,5	1"	600	1065
Vaso expansión 250 l.	250		10	1,5	1"	650	1160
Vaso expansión 300 l.	300		10	1,5	1"	650	1240
Vaso expansión 500 l.	500		10	1,5	1"	775	1400

Muy importante: Montar siempre el vaso de expansión en el retorno y cercano a la caldera.
 Very important: Always install the expansion tank in the back and close to the boiler.

5. Intercambiadores de Placas

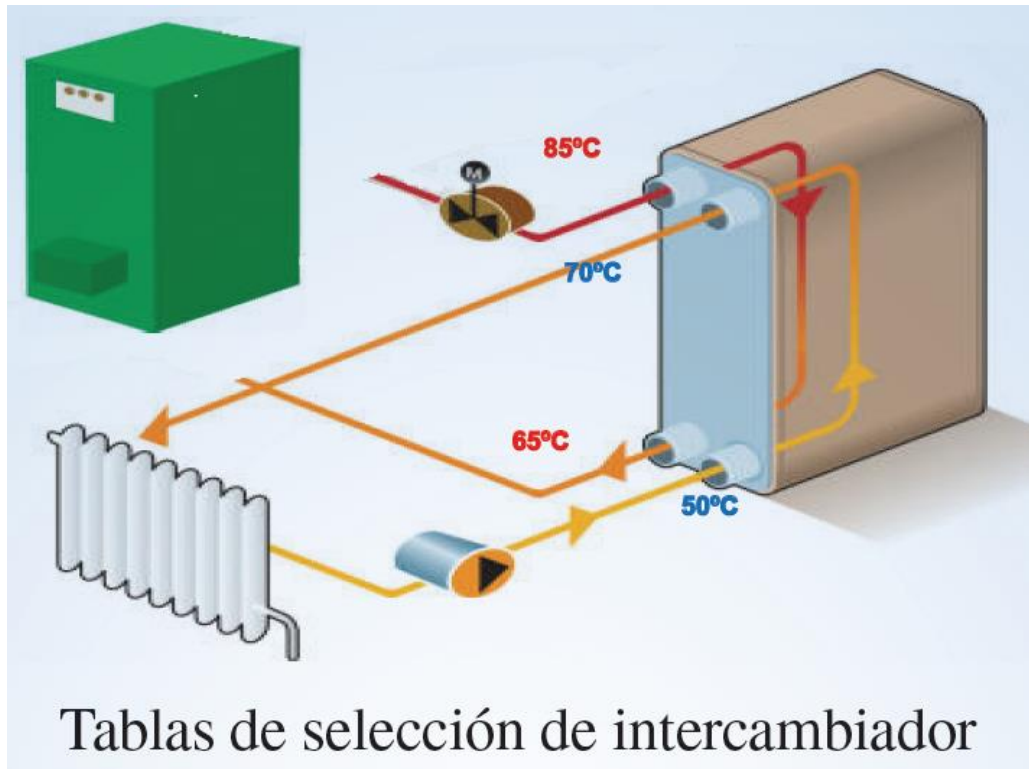


Fig.5. Funcionamiento de los intercambiadores de calor de placas. Fuente: Alfa laval.

Tabla 8. Intercambiadores de calor de placas seleccionados para nuestra instalación. Fuente: Alfa laval.

Desmontable								
agua 85->65 / agua 50->70								
Potencia (kW)	Modelo	nº placas	Caudal 1 (m³/h)	DP 1 (m.c.a.)	Caudal 2 (m³/h)	DP 2 (m.c.a.)	Conex.	PVP
20	T2-BFG/14H	14	0,9	0,3	0,9	0,2	3/4"	717 €
40	T2-BFG/25H	25	1,8	0,5	1,7	0,5	3/4"	886 €
60	M3-FG/17H	17	2,7	2,2	2,6	2,3	1"1/4	1.477 €
80	M3-FG/21H	21	3,6	2,7	3,5	2,7	1"1/4	1.540 €
100	M3-FG/25H	25	4,4	2,9	4,4	2,9	1"1/4	1.603 €
120	M3-FG/29H	29	5,3	3,1	5,2	3,2	1"1/4	1.700 €
150	M3-FG/36H	36	6,7	3,4	6,6	3,1	1"1/4	1.810 €
200	M3-FG/46H	46	8,9	3,9	8,7	3,7	1"1/4	1.927 €
250	M3-FG/55H	55	11,1	4,4	10,9	4,4	1"1/4	2.108 €
300	M6-FM/19L	19	13,3	2,7	13,1	2,8	2"	2.543 €
350	M6-FM/21L	21	15,5	3	15,3	3,1	2"	2.625 €
400	M6-FM/24L	24	17,8	3,3	17,5	2,9	2"	2.747 €
450	M6-FM/26L	26	20	3,5	19,7	3,1	2"	2.829 €
500	M6-FM/28L	28	22,2	3,7	21,8	3,4	2"	2.910 €
550	M6-FM/31L	31	24,4	3,5	24	3,6	2"	3.033 €
600	M6-FM/33L	33	26,6	3,8	26,2	3,8	2"	3.158 €
650	M6-FM/36L	36	28,8	4	28,4	3,7	2"	3.280 €
700	M6-FM/38L	38	31	4,2	30,6	4	2"	3.362 €
750	M6-FM/41L	41	33,3	4,1	32,8	4,2	2"	3.482 €
800	M6-FM/43L	43	35,5	4,3	35	4,4	2"	3.562 €

6. Tuberías

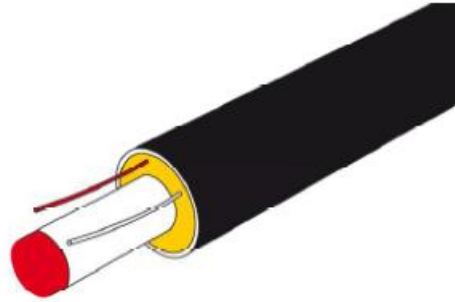


Fig.6. Composición tubería preaislada. Fuente: Efiterm.

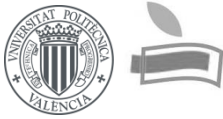
Tabla 9. Tipos de posibles tuberías a seleccionar en la red de distribución de calor. Fuente: Efiterm.

TUBERÍAS - CARACTERÍSTICAS									
Dimensiones			Suministro (m)	Diámetro del envolvente			Peso en kg/m	Vol/m	
Diámetro DN	Pulg.	d _e (mm)		D _e (mm)					
		e (mm)		Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1		
20	3/4"	26,9	2,6	6/12	90	110	125	2,9	0,4
25	1"	33,7	2,6	6/12	90	110	125	3,3	0,6
32	1 1/4"	42,4	2,6	6/12	110	125	140	4,2	1,1
40	1 1/2"	48,3	2,6	6/12	110	125	140	4,6	1,5
50	2"	60,3	2,9	6/12	125	140	160	6,1	2,3
65	2 1/2"	76,1	2,9	6/12	140	160	180	7,5	3,9
80	3"	88,9	3,2	6/12	160	180	200	9,4	5,3
100	4"	114,3	3,6	6/12	200	225	250	14	9
125	5"	139,7	3,6	6/12	225	250	280	16	14
150	6"	168,3	4	6/12	250	280	315	21	20
200	8"	219,1	4,5	6/12	315	355	400	31	35
250	10"	273,0	5	6/12	400	450	500	45	54
300	12"	323,9	5,6	12	450	500	520	58	77
350	14"	355,6	5,6	12	500	520	560	66	93
400	16"	406,4	6,3	12	520	560	630	85	120
450	18"	457,2	6,3	12	560	630	710	98	160
500	20"	508,0	6,3	12	630	710	780	109	190
600	24"	610,0	7,1	12	780	800	...	150	280
700	28"	711,0	8	12	900	...	...	180	380
800	32"	813,0	8,8	12	1000	...	...	230	500
900	36"	914,0	10	12	1100	...	...	280	630
1000	40"	1016,0	11	12	1200	...	...	340	780
1100	44"	1118,0	11	12	1300	...	...	378	943
1200	48"	1219,0	12,5	12	1400	...	...	460	1120

*Para más información:

<https://www.logstor.com/documentation?lang=1737&type=1613>

ANEXO N° 3: Circuitos hidráulicos



ÍNDICE

1. Planteamiento
2. Potencia de la caldera
3. Caudal
4. Trazado y Cálculo de secciones de tuberías
5. Equilibrado Hidráulico
6. Selección de Bombas
7. Vasos de Expansión

1. Planteamiento

Se realiza el cálculo del dimensionado de la instalación de la distribución de calor para el District Heating en la localidad de Alhama de Murcia, el cual podemos observar en la figura 1 quedando representados los diferentes tramos. La red en amarillo corresponde a la Red Principal de distribución, las líneas violetas corresponden a las acometidas para los diferentes edificios, siendo los posibles diámetros de las tuberías de distribución de 50, 40, 32 y 20 mm de diámetro.

Cada una de las líneas representa tanto la ida como el retorno, ya que ambas tuberías discurren por la misma zanja. Se dispondrá de una caldera de 400kW de potencia que será abastecida con biomasa, ya sea astilla o pellets.

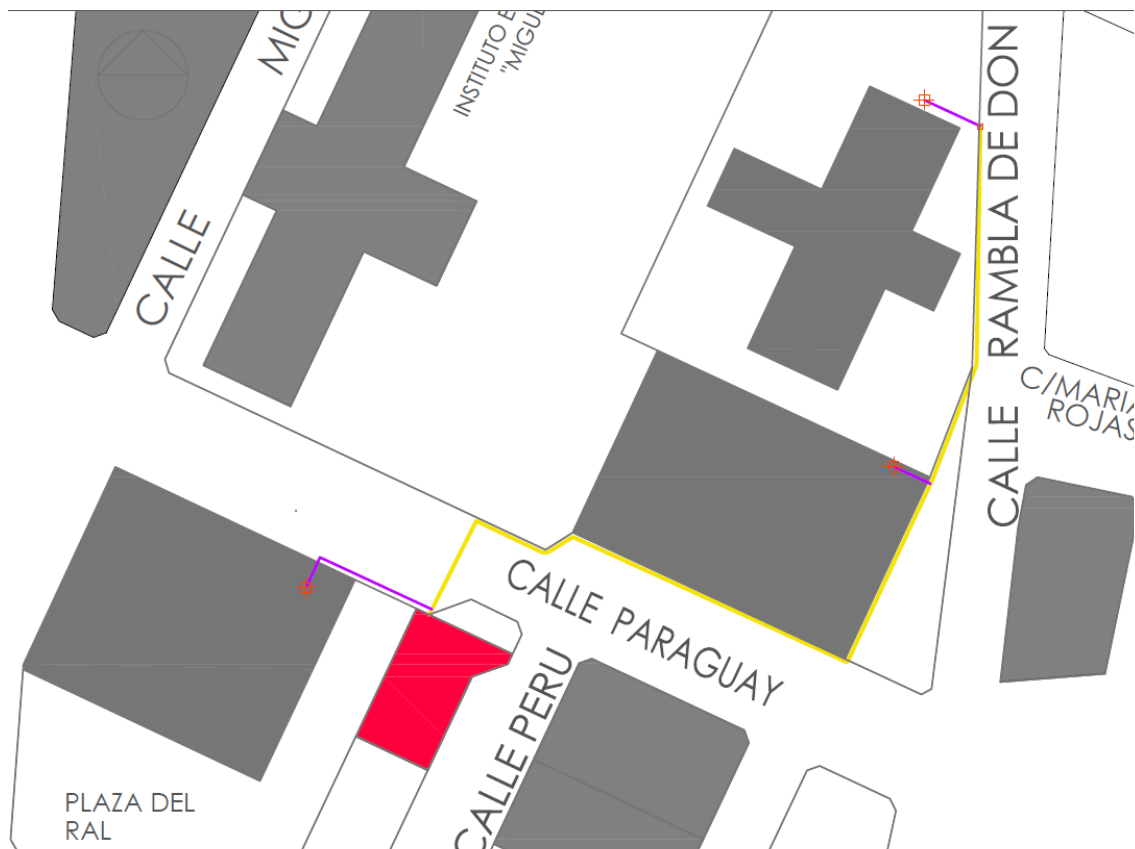


Fig.1. Recorrido de la red de distribución y localización de la Central Térmica. *Fuente: Elaboración propia.*

La instalación va a tener unos intercambiadores de calor de placas en los tres edificios que van a tener algún uso del aprovechamiento de la energía térmica producida por la biomasa. Los intercambiadores están situados en la parte final de las diferentes acometidas a los edificios, tendremos un total de tres intercambiadores.

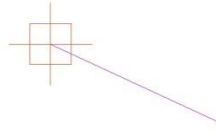


Fig.2. Representación de la ubicación de la subestación de intercambio térmico, un intercambiador de placas. *Fuente: Elaboración propia.*

Se aprecia un único circuito con tres acometidas, se ha tenido en cuenta que las distancias aportadas corresponden a la ida pero también se contempla la misma distancia para el retorno.



Fig.3. Ubicación de los diferentes intercambiadores de placas y numeración de las acometidas. *Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 1. Distancias en los diferentes tramos en una sola dirección, siendo la misma para ida y para el retorno. *Fuente: Elaboración propia.*

Tramos	Longitudes (m)
Central Térmica – Pto. 1	3 m
Pto. 1 – Idc. 1	1 m
Pto. 1 – Idc. 2	131 m
Idc. 2 – Idc. 3	70 m

Tabla 2. Distancia desde la acometida en la red principal hasta el intercambiador de placas, de igual distancia a la ida y a la vuelta. *Fuente: Elaboración propia.*

Acometidas	Longitudes (m)
Idc. 1	30 m
Idc. 2	7,6 m
Idc. 3	10 m

2. Potencia de la caldera

La potencia de la caldera que ha sido calculada anteriormente con una potencia aproximada de $P > 395$ kW, por tanto, seleccionaremos una caldera con una potencia de 400 kW.

3. Caudal

Para el cálculo del caudal se tomará como base para la realización del cálculo las diferencias de temperaturas entre la entrada y salida a el intercambiador de calor de unos 20 °C, considerando una temperatura de entrada de 85 °C y una temperatura de salida a 65 °C, teniendo así en cuenta las posibles pérdidas térmicas producidas durante el recorrido de la central térmica a cada a intercambiador. El caudal tomará el valor de la relación Potencia-Diferencia de Tª.

Por tanto, el caudal máximo de entrada para las diferentes subestaciones de intercambio de calor será de:

$$Q = (q \times Pe \times Ce \times \Delta t) / \rho$$

$$q = (Q \times \rho) / (Pe \times Ce \times \Delta t)$$

Donde:

Q: potencia calorífica del elemento calefactor (Kcal/h)

q: caudal máximo de agua en (l/h)

Pe: peso específico del agua en (Kg/dm³)

Ce: calor específico del agua en (Kcal/kg °C)

Δt: salto térmico entre la entrada y salida del intercambiador

Tabla 3. Identificación de los diferentes intercambiadores de placas con la potencia mínimo de cada uno, y los diferentes caudales asociados a las diferentes potencias requeridas proporcionadas anteriormente. *Fuente: Elaboración propia.*

EDIFICIOS	Nº IdC	Potencia mínima Intercambiador de placas (kW)	Caudal máximo de entrada por subestación (L/h)
Piscina Cubierta	IdC. 1	400,00	5384,62
Pabellón Cubierto "Adolfo Suarez"	IdC. 2	60,00	770,00
Colegio Público Antonio Machado	IdC. 3	200,00	2307,70

El caudal Total será de **8462,32 L/h**



Fig. 4. Trazado del circuito de distribución de calor. *Fuente: Elaboración propia.*

4. Trazado y cálculo de las secciones de las tuberías

El trazado adoptado para el circuito mostrado anteriormente, siendo cada una de las líneas las zanjas por donde circularan las diferentes tuberías, tanto la ida como la vuelta del fluido, agua.

El circuito se calcula de forma independiente. El circuito se dividirá en tres subcircuitos que forman dos recorridos anulares con dos puntos de convergencia, en los que las diferentes pérdidas de carga deberán de coincidir.

Los subcircuitos deberán de estar equilibrados, las velocidades de los diferentes tramos y las pérdidas de carga de los mismos se calcularan mediante:

$$V = 0,354 \times (Q / D^2) \text{ (m/s)}$$

$$P_{dc} = 378 \times (Q^{1,75} / D^{4,75}) \text{ (mm.c.a/m)}$$

De esta forma podemos conocer la velocidad que circulará y hacer que quede comprendida de 1 a 2 m/s, siendo siempre superior a >0,7 m/s para evitar posibles problemas en el transporte del fluido. Se obtendrá el diámetro óptimo para los diferentes tramos.

Solo se dispondrá de una red principal con tres acometidas, correspondientes a los tres edificios que tendrán servicio de la generación de calor.

Desde la Central térmica hasta el punto 1.

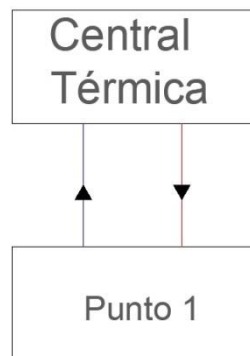


Fig. 5. Enlace Central Térmica y el Punto 1. Fuente: *Elaboración propia*.

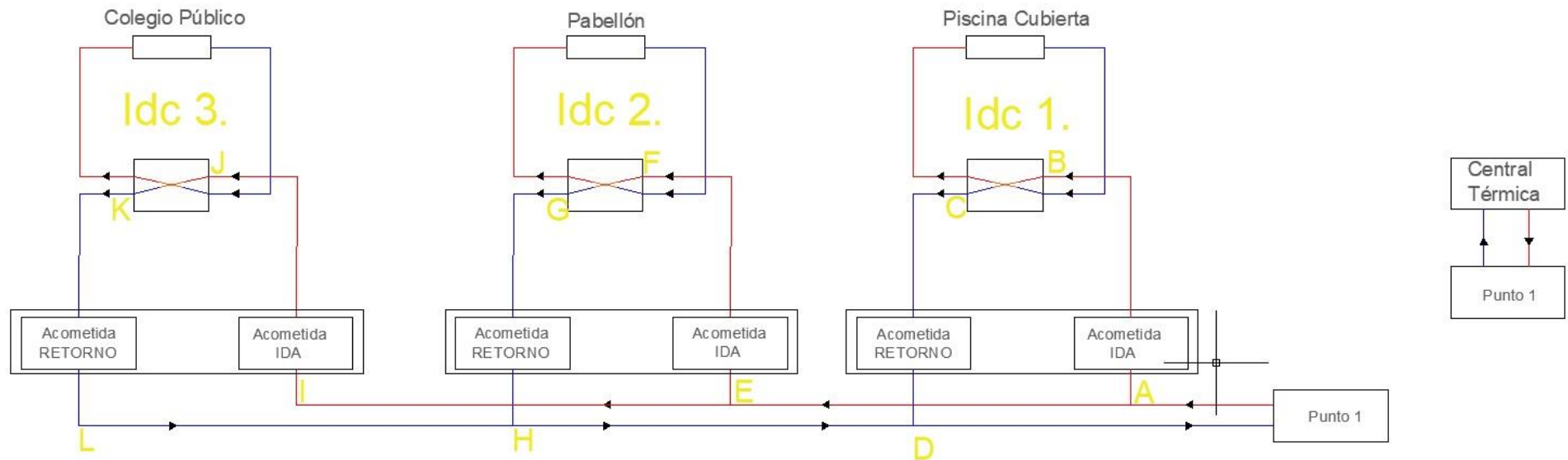


Fig.6. Circuito completo desde el Pto1 a todas las acometidas e intercambiadores de placas. Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 4. Cálculos para el recorrido a (Pto. 1 – Piscina). Fuente: Elaboración propia.

Pto. 1 - Piscina								
Recorrido a: 1A / AB / BC (Idc 1.) / CD / D1:								
TRAMO	Q (L/h)	Φ(mm)	V (m/s)	J (mm.c.a/m)	L1 (m)	L elem. Sing. (20%)	Ltotal (m)	J x L (mm.c.a)
1A	8.462,32	50,00	1,20	24,02	1,00	1,20	1,20	28,82
AB	5.384,62	40,00	1,19	31,42	30,00	1,20	36,00	1.131,18
BC (Idc. 1)*	*Dato extraído de catálogo							3.300,00
CD	5.384,62	40,00	1,19	31,42	30,00	1,20	36,00	1.131,18
D1	8.462,32	50,00	1,20	24,02	1,00	1,20	1,20	28,82
Σ=								5.619,99

Tabla 5. Cálculos para el recorrido b (Pto. 1 – Pabellón). Fuente: Elaboración propia.

Pto. 1 - Pabellón Cubierto								
Recorrido b: AE / EF / FG (Idc 2.) / GH / HD:								
TRAMO	Q (L/h)	Φ(mm)	V (m/s)	J (mm.c.a/m)	L1 (m)	L elem. Sing. (20%)	Ltotal (m)	J x L (mm.c.a)
AE	3.077,70	40,00	0,68	11,81	131,00	1,20	157,20	1.855,90
EF	770,00	20,00	0,68	28,12	7,60	1,20	9,12	256,42
FG (Idc 2)*	*Dato extraído de catálogo							2.200,00
GH	770,00	20,00	0,68	28,12	7,60	1,20	9,12	256,42
HD	3.077,70	40,00	0,68	11,81	131,00	1,20	157,20	1.855,90
Σ=								6.424,65

Tabla 6. Cálculos para el recorrido c (Pabellón – Colegio). Fuente: Elaboración propia.

Pabellón Cubierto - Colegio Público								
Recorrido c: EI / IJ / JK (Idc 3.) / KL / LH:								
TRAMO	Q (L/h)	Φ(mm)	V (m/s)	J (mm.c.a/m)	L1 (m)	L elem. Sing. (20%)	Ltotal (m)	J x L (mm.c.a)
EI	2.307,70	32,00	0,80	20,59	70,00	1,20	84,00	1.729,31
IJ	2.307,70	32,00	0,80	20,59	10,00	1,20	12,00	247,04
JK (Idc 3)*	*Dato extraído de catálogo							3.900,00
KL	2.307,70	32,00	0,80	20,59	10,00	1,20	12,00	247,04
LH	2.307,70	32,00	0,80	20,59	70,00	1,20	84,00	1.729,31
Σ=								7.852,71

5. Equilibrado hidráulico

Para poder tener una red que esté perfectamente equilibrado, se instalarán una serie de válvulas para el equilibrado hidráulico que dotará a la red con la pérdida de carga extra y necesaria para que los recorridos anteriormente presentados tengan todas las mismas pérdidas de carga.



Fig. 7. Válvula de equilibrado hidráulico STAF-SG. Fuente: *Elaboración propia*

Este tipo de válvulas se va a encargar de que la red principal y los diferentes recorridos que se realizan en el la distribución de calor se encuentren equilibrados y sus presiones de funcionamiento iguales.

La instalación de este válvulas de equilibrado hidráulico se colocaran en la instalación a la salida del conector primario, las válvulas se dispondrán sobre unas bridas para garantizar un mejor rendimiento de la instalación.

6. Selección de la bomba

Una vez ya conocemos la presión y el caudal de funcionamiento de la bomba para nuestra red de distribución de calor, ya que hemos analizados cada subcircuito o recorrido de la instalación.

Tabla 7, 8 y 9. Perdidas de carga de cada subcircuito y de cada Intercambiador de Calor de la red principal de distribución de calor. *Fuente: Elaboración propia.*

Piscina Cubierta Idc1.	
TRAMO	J x L (mm.c.a)
Central Térmica-1	86,46
1A	28,82
AB	1.131,18
BC(INT.1)	3300
CD	1.131,18
D1	28,82
1-CT	86,46
Σ=	5.792,90

Pabellón Cubierto Idc2.	
TRAMO	J x L (mm.c.a)
Central Térmica-1	86,46
1E	1.884,72
EF	256,42
FG (Idc 2)*	2200
GH	256,42
H1	1.884,72
1-CT	86,46
Σ=	6.655,20

Colegio Público Idc3.	
TRAMO	J x L (mm.c.a)
Central Térmica-1	86,46
1 I	3.614,03
IJ	247,04
JK (Idc 3)*	3900
KL	247,04
L1	3.614,03
1-CT	86,46
Σ=	11.795,06

Podemos apreciar que el tramo o subcircuito más desfavorable es el último tramo, que corresponde a la acometida número 3 (Idc.3).

El punto de funcionamiento destinado para el bombeo será el siguiente:

Tabla 10. Puntos de funcionamiento de bombeo. *Fuente: Elaboración propia.*

	Caudal L/h	Δ Presión m.c.a.
BOMBA	8.462,32	11,80

La bomba seleccionada para el circuito, ha sido consultada en el catálogo de bombas de la marca HASA, observando que cumple los requisitos necesarios y deseados, el modelo "VIX-4/4".



Fig. 8. Electrobomba centrifuga multicelular de eje vertical HASA modelo "VIX-4/4".
Fuente: Catálogo bombas HASA.

Tabla 11. Características de la electrobomba centrifuga multicelular de eje vertical HASA modelo "VIX-4/4". Fuente: Catálogo bombas HASA.

Modelo Model Modele	P2		I (A)			Ø		Caudal / Flow / Débit (l/h)									
	kW	CV	3 ~ 230V	3 ~ 400V	3 ~ 690V	Asp	Imp	0	2400	3000	3600	4800	6000	7200	8500	10200	11000
VIX-4/3	0,55	0,75	2,5	1,4	-	32	32	21,8	19,9	19,2	18,4	16,5	13,9	10,8	6,9		
VIX-4/4	0,55	0,75	2,5	1,4	-	32	32	30	28,2	27,5	26,6	24,4	21,2	17,3	12,2		
VIX-4/5	0,75	1	3,1	1,8	-	32	32	38	36,4	35,5	34,5	32	28,2	23,5	17,1		

Se trata de una electrobomba centrifuga multicelular de eje vertical, ideal para el suministro de agua en instalaciones industriales, civiles, grupos de presión y de abastecimiento a urbanizaciones, cuyas características técnicas y de materiales se detallan a continuación:

Materiales: Pintura del motor por electrofóresis que asegura una gran resistencia a la corrosión. Cuerpo bomba, camisa, turbinas, difusores, eje, tapones y protector acoplamiento en acero inoxidable AISI 304. Acoplamiento eje y base soporte en aluminio. Cuerpo unión bomba-motor en fundición de hierro. Cierre mecánico en carburo de silicio/carbono/EPDM. Juntas en EPDM.

Características Técnicas: Bombas verticales multicelulares con acoplamiento. Motor cerrado con ventilación externa. Protección IP-55. Aislamiento clase F. Temperatura del líquido a bombear de -30 °C a 120 °C. Potencia 0,55 kW, 0,75 CV.

Todas las bombas se suministran con sus correspondientes bridas de aspiración e impulsión tornillos y juntas en etilenopropileno.

La red va a contar con una bomba de repuesto igual a la anteriormente mencionada para el circuito, de esta forma en caso de fallo de la bomba principal se contará con una de reserva. Cada una de las bombas contará además con un variador de velocidad y una sonda de presión diferencial para poder funcionar según la demanda de la red.

7. Vaso de expansión

A continuación se va a realizar el cálculo del vaso de expansión correspondientes para nuestro District Heating, se trata del elemento encargado de absorber la variación de volumen (Δv) del agua por el aumento de su temperatura (Δt^a). El vaso de expansión cerrado seleccionado será del tipo membrana. Este tipo de vaso contiene dos compartimentos separados por una membrana elástica que contendrá aire o algún gas a una presión regulable, y por otro lado, el agua sobrante de la red a causa del aumento del volumen. El vaso de expansión se instalará en el retorno de la instalación y próximo a la caldera.

Para el cálculo de los vasos de expansión se han seguido las pautas especificadas en la norma UNE 100155:2004 sugerida por el RITE: $V_t = V \times C_e \times C_p$

Donde: V_t : volumen total del vaso
 V : volumen total del agua del circuito
 C_e : coeficiente de dilatación del fluido
 C_p : coeficiente de presión del gas

Los datos necesarios son los siguientes:

Volumen total de agua del circuito (V la de la red de tuberías y la de la caldera):

Volumen total = 8.462,32 + 1580 = 10.042,32 L.

Tabla 12. Volumen total circuito y caldera. Fuente: *Elaboración propia.*

Volumen total	10.042,32 L
----------------------	-------------

Se ha aplicado un coeficiente de seguridad del 10 %, obteniendo un volumen total de:

$V_{total'} = 10042,32 \times 1,1 = 11046,55$ L

Tabla 13. Volumen total circuito más el coeficiente de seguridad. Fuente: *Elaboración propia.*

Volumen total'	11.046,55 L
-----------------------	-------------

El coeficiente de dilatación, se calcula con la siguiente expresión:

$$C_e = (3,24 t^2 + 102,13 t - 2.708,3) 10^{-6}$$

Donde: t : Tª media del fluido entre impulsión y retorno= 75 °C

Por tanto, $C_e = 0,023$

El coeficiente de Presión del gas, se calcula con la siguiente expresión:

$$C_p = PM / (PM - P_m)$$

Donde: PM= Presión Máxima (tarado + atmosférica)

P_m= Presión Mínima (manométrica + atmosférica)

$$C_p = 4 / (4 - 3) = 4 \quad \underline{C_p = 4}$$

Con los valores obtenidos, ya podemos calcular el volumen total que deben de tener los vasos de expansión, la expresión es la siguiente:

$$V_t = V \times C_e \times C_p$$

$$V_t = 11.046,55 \times 0,023 \times 4 = 1.016,3 \text{ L}$$

Para hacer la selección de los vasos de expansión nos hemos guiado por motivos económicos. Por tanto, se colocarán dos vasos expansión de 500 L y unos de 100 L de la marca "Hasa", modelos "vaso de expansión 500L" y "vaso de expansión 100L". Ambos modelos poseen una presión máxima de trabajo de 10 bar.



Características técnicas:

- Deposito con membrana
- Construidos con chapa de acero embutido
- Pintura epoxi de larga duración, color rojo.
- Membrana en goma SBR.
- Tª de -10 °C a 99 °C.
- Homologados CE conformes a la directiva 97/23/CE.

Fig. 10. Vaso de expansión vertical marca HASA. Fuente: Catálogo Bombas HASA.

Tabla 14. Catálogo Vasos de expansión seleccionados de la marca "HASA". Fuente: Catálogo Hasa.

Modelo Model Modèle	Capacidad Capacity Capacité (L)	Tipo Type	Presión máx. Max. pressure Pression max. (BAR)	Pres. precarga Tare pressure Pression tare (BAR)	Ø Conexión Connection Raccord	Dimensiones (mm) Dimensions	
						Ø	Alto High / Haut
Vaso expansión 5 l.	5	Sin base de soporte Without support base Sans base de soutien	8	1,5	¾"	205	225
Vaso expansión 8 l.	8		8	1,5	¾"	205	300
Vaso expansión 12 l.	12		8	1,5	¾"	270	300
Vaso expansión 18 l.	18		8	1,5	¾"	270	410
Vaso expansión 24 l.	24		8	1,5	¾"	320	355
Vaso expansión 35 l.	35		10	1,5	¾"	400	390
Vaso expansión 50 l.	50		10	1,5	¾"	400	500
Vaso expansión 80 l.	80	Vertical Verticale	10	1,5	¾"	400	820
Vaso expansión 100 l.	100		10	1,5	¾"	500	775
Vaso expansión 150 l.	150		10	1,5	¾"	500	1005
Vaso expansión 200 l.	200		10	1,5	1"	600	1065
Vaso expansión 250 l.	250		10	1,5	1"	650	1160
Vaso expansión 300 l.	300		10	1,5	1"	650	1240
Vaso expansión 500 l.	500		10	1,5	1"	775	1400

ANEXO Nº 4: Cuantificación de
existencias totales de biomasa en Alhama de
Murcia



ÍNDICE

1. Introducción

2. Material y metodología

A. Cálculo de la biomasa residual forestal

B. Cálculo de la biomasa residual agrícola

3. Necesidad de datos para el cálculo

1. Introducción

El cálculo de existencias de biomasa residual forestal aprovechable anual y las existencias de biomasa agrícola anual. Durante el cálculo se ha empleado la metodología desarrollada en la Tesis Doctoral de Victoria Lerma Arce, *Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual de la provincia de Valencia* (Lerma, 2015).

2. Material y metodología

Bases de datos y material cartográfico, como son:

- Inventario Forestal Nacional (IFN4, 2010), Mapa Forestal de España MFE 2007), PNOA y SIOSE (2011).

Datos utilizados:

- Datos procedentes tabla 301 del IFN4: Densidad de la masa, Existencias por Ha de cada estrato y de cada especie, como el volumen con corteza del fuste (Vcc) en m³, incremento anual de volumen con corteza (IAVC) en m³/ha, número de pies menores y altura media obtenida de las parcelas del IFN4.
- Base cartográfica de MFE 50, modificada por los estratos arbolados y desarbolados definidos para los ecosistemas del PATFOR (2011).

Ya que podemos encontrar varias diferencias en la disposición de datos para las fuentes de aprovechamiento, se han diferenciado dos partes con diferentes metodologías, como son:

A. Cálculo de la biomasa residual forestal

B. Cálculo de la biomasa residual agrícola

A. Cálculo de existencias de biomasa forestal residual

La metodología a utilizar se basa en criterios e indicadores cualitativos para la provincia de Murcia, para ello, necesitaremos adaptar y ajustar las decisiones para ser lo más rigurosos posibles.

Con la utilización de la base de datos del IFN4 y un sistema de información geográfica (GIS) se procederá al cálculo total de las existencias de biomasa forestal (BF). Diferenciando los pies mayores de los menores. Cuando ya tenemos las existencias totales de biomasa forestal y las áreas que ocupan cada estrato, se le aplicarán a estos valores una serie de criterios “residuales” para poder concretar la biomasa forestal residual (BFR).

Tras la obtención del total de existencias de biomasa forestal residual potencial de nuestro municipio, se le deben de aplicar una serie de restricciones técnicas, medioambientales y económicas, para poder obtener la cantidad real de biomasa forestal residual de nuestro municipio.

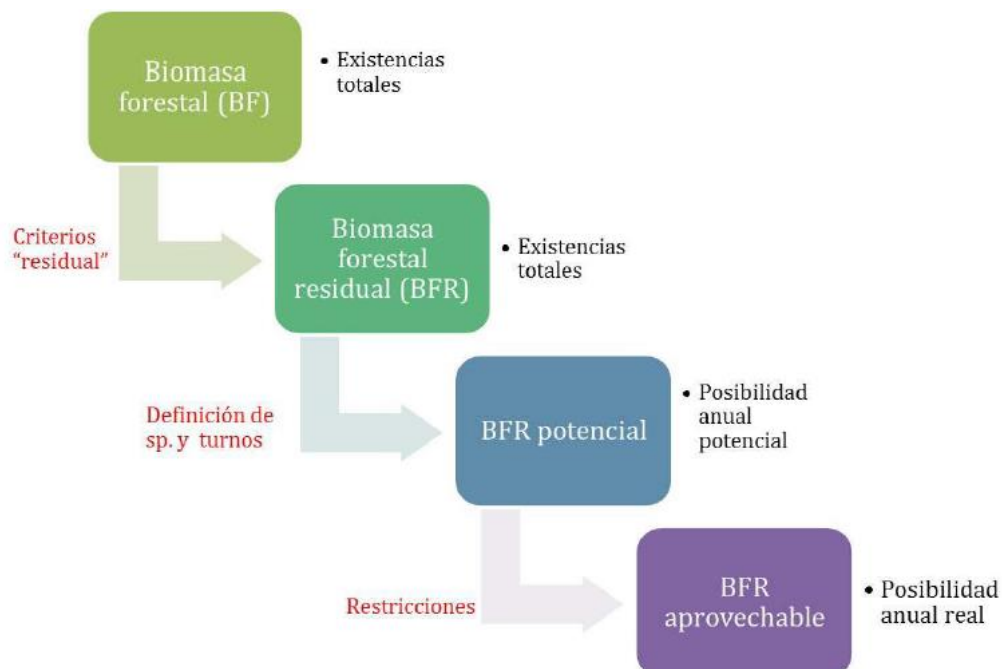


Fig.1. Esquema de la metodología a seguir para la estimación de la biomasa forestal residual potencia del aprovechamiento energético. Fuente: *Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia, Lerma (2015).*



1.1. Cuantificación de las existencias totales de biomasa forestal

1.1.1. Biomasa procedente de pies mayores.

El IFN4 ofrece los datos en volumen de fuste (m^3), por lo que es necesario conocer el volumen de biomasa por cada especie referenciada sobre la unidad mínima del territorio (tesela).

En el IFN 4 encontramos caracterizada cada tesela con unos parámetros medios homogéneos para toda la superficie. Los “estratos” proporcionan información según las diferentes especies, sus ocupaciones, el estado de la masa y la fracción de cabida cubierta (FCC), donde son caracterizados los diferentes tipos de vegetación en cada zona del término municipal de Alhama de Murcia,

Tabla 1. Estratos definidos para la Región de Murcia. Fuente: *Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia, Lerma (2015)*.

Estrato	Formación forestal dominante	Ocupación (%)	Estado de masa	Fracción de cabida cubierta (%)
01	<i>Pinus halepensis</i>	≥ 70	Fustal. Latizal	70-100
02	<i>Pinus halepensis</i>	≥ 70	Fustal. Latizal	40-69
03	<i>Pinus halepensis</i>	≥ 70	Fustal. Latizal	20-39
04	<i>Pinus halepensis</i>	≥ 70	Monte bravo. Repoblado	5-100
05	<i>Pinus nigra</i> y <i>P. pinaster</i> puros o en mezcla entre sí o con <i>Pinus halepensis</i>	≥ 70 ; $30 \leq \text{Esp.} < 70$	Fustal. Latizal	40-100
06	<i>Pinus nigra</i> y <i>P. pinaster</i> puros o en mezcla entre sí o con <i>Pinus halepensis</i>	≥ 70 ; $30 \leq \text{Esp.} < 70$	Fustal. Latizal	20-39
07	<i>Quercus ilex</i> puro o en mezcla con <i>Pinus halepensis</i> o <i>Ceratonia siliqua</i>	≥ 70 ; $30 \leq \text{Esp.} < 70$	Fustal. Latizal	20-100
08	<i>Quercus ilex</i> puro o en mezcla con pinos	≥ 70 ; $30 \leq \text{Esp.} < 70$	Monte bravo. Repoblado	5-100
09	<i>Juniperus thurifera</i>	≥ 70	Fustal. Latizal, Monte bravo. Repoblado	20-100 5-100
10	Árboles de ribera	≥ 70 ; $30 \leq \text{Esp.} < 70$	Todos	5-100
11	Matorral con arbolado ralo y disperso	≥ 70 ; $30 \leq \text{Esp.} < 70$	Fustal, Latizal	5-19

Cálculo de biomasa de pies mayores: Los cálculos de existencias totales de biomasa forestal (BF) de pies mayor, se realizarán utilizando la metodología desarrollada por Montero et al. (2005). Esta metodología se basa en la medición indirecta para la determinación del porcentaje de materia seca en peso (Kg) que ocupa cada una de las fracciones de un árbol, tanto aérea como radical. La elección de esta metodología tiene como principal motivo que es la metodología más detallada y utilizada en los estudios sobre evaluación de biomasa realizados en España (TRAGSATEC 2000, Esteban et al. 2008), y porque se basa en muestras de árboles que comparten condiciones fitoclimáticas próximas a la zona de estudio.

Tabla 2. Porcentajes obtenidos de los valores modulares de biomasa seca (Kg anhidros) de las distintas fracciones de biomasa según Montero et al. (2005). Fuente: Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia (2015).

Porcentajes obtenidos de los valores modulares de biomasa seca (Kg anhidros) de las distintas fracciones de biomasa según Montero et al. (2005).							Biomasa Radical
Biomasa Aérea							Biomasa Radical
Especie	Fuste	Ramas R > 7 cm	R 2- 7 cm	R < 2 cm	Hojas	Total	Biomasa Radical
<i>Pinus halepensis</i>	37%	9,80%	8,40%	21,20%	0%	76,40%	23,60%
<i>Pinus pinaster</i>	61,9%	0,9%	4,10%	10,90%	0%	77,90%	22,1%

Para la utilización de estos coeficientes es necesario tener los datos en materia seca en peso (Kg), ya que nosotros los tenemos en medidas de volumen (m³), para poder realizar la conversión utilizaremos los datos de densidad básica de la madera.

Tabla 3. Densidad de la madera. Fuente: Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia (2015).

Especie	Densidad básica (kg/m ³)
<i>Pinus halepensis</i>	386
<i>Pinus pinaster</i>	455

Con todo ello se puede calcular la cantidad de existencias totales de biomasa forestal total (BF) de pies mayores, con la siguiente fórmula:

$$BT_{it} \text{ (toneladas)} = \sum (100 * \text{Materia seca fuste}_i / \% \text{ fuste}_i)$$

Donde:

- Materia seca fuste i, de la tesela (t): la materia seca en peso de los fustes de una especie (i) sobre una tesela.
- % fuste i: El % que ocupa el fuste de una especie (i) sobre el resto de la biomasa del árbol según Montero et al. (2005).
- BT (it): Es la biomasa total existente por especie (i) y tesela (t)

La cantidad de existencias totales de pies mayores por tesela, será el sumatorio total de las teselas.

1.1.2. Biomasa procedente de pies menores

La metodología empleada para este apartado es la misma que la utilizada para el cálculo de los pies mayores, pero los pies menores tienen unas características diferentes, como:

- Pies con altura mayor a 130 cm.
- Diámetro normal entre 2,5 y 7,5 con un diámetro medio menor a 5 cm.

Utilizaremos los diámetros medios y la altura media de los pies menores, dado que son los datos proporcionados en los estadillos de campo del IFN4.

Las alturas medias y diámetros de las diferentes especies, no muestran diferencia alguna, por tanto, utilizaremos los mismos para las diferentes especies.

Tabla 4. Coeficientes mórficos por especies. Fuente: Pita Carpenter, 1975.

Coeficiente mórfico	
<i>Pinus halepensis</i>	0,5
<i>Pinus pinaster</i>	0,57

Cálculos de biomasa de pies menores: La diferencia del cálculo de biomasa para pies mayores es que para pies menores se debe de calcular la relación de cada fracción del árbol sobre la totalidad de biomasa para cada individuo para aquellos pies en los que su diámetro medio es de 5 cm, los porcentajes para pies mayores se realizan con los porcentajes proporcionados por Montero et al.(2005), donde los porcentajes están referenciados a pies con un diámetro de 20 a 30 cm, por lo que aparecerán variaciones en los datos.

Tabla 5. Porcentajes de los valores modulares de biomasa seca anhidra (Kg) de las distintas fracciones de biomasa para pies con diámetro medio de 5 cm según Montero et al (2005). Fuente: *Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia (2015)*.

Porcentajes obtenidos de los valores modulares de biomasa seca (Kg anhidros) de las distintas fracciones de biomasa para pies con un diámetro medio de 5 cm según Montero et al. (2005).							
Especie	Biomasa Aérea						Biomasa Radical
	Fuste	Ramas R > 7 cm	R 2- 7 cm	R< 2 cm	Hojas	Total	
<i>Pinus halepensis</i>	43,6%	0,00%	7,30%	29,10%	0%	80,00%	20,00%
<i>Pinus pinaster</i>	56,8%	0,00%	2,70%	13,5%	0%	73%	27%

Con estos porcentajes podemos obtener la cantidad total de existencias en toneladas de los pies menores por tesela.

1.2. Cuantificación de las existencias totales de biomasa forestal residual (BFR).

Para este punto tenemos que definir que especie o especies van a ser susceptibles al aprovechamiento, indicaremos cuales son las especies con una mayor ocupación y presencia dentro del término municipal de Alhama de Murcia, como son el *Pinus alepensis* y *Pinus pinaster* según el IFN4 y cuál es su fracción aprovechable. En biomasa forestal el término “residual” se aplica generalmente a aquella biomasa susceptible a ser aprovechada que procede de los residuos vegetales generados por tratamientos silvícolas. La falta de estudios forestales en la zona y la carencia de industrias de aprovechamiento forestal de la zona van unidos a las malas características de la masa forestal a tratar, por tanto, se consideraran ciertas fracciones del árbol como aprovechables, como son:

Pies mayores:

1. BFR en estado fustal, se aprovechará de forma íntegra
 - a. Fuste
 - b. Ramas de 2 a 7 cm
 - c. Ramas < 2 cm
 - d. Hojas y/o acículas
2. BFR en estado latizal, todos aquellos pies con corteza de forma íntegra
3. BFR en estado de monte bravo
Todos los pies con corteza de forma íntegra como en estado fusta y latizal.

Pies menores:

Se considera como BFR al conjunto de biomasa aérea, por tanto, siguiendo la metodología obtendremos las existencias totales de biomasa forestal del término municipal de Alhama de Murcia.

Se debe de tener en cuenta que para evitar un alto riesgo de erosión en la zona, se dejarán sin utilizar aquellos estratos en los que su fracción de cabida cubierta (FCC < 20%)

1.3. Cuantificación de la potencialidad de aprovechamiento de biomasa forestal residual (BFR).

La metodología de trabajo a emplear es paralela a la definida por FESMAGA (2003), y por tanto:

$$P = (E/T) + (CC/2)$$

Donde:

P: posibilidad (t/año)

E: existencias (t)

T: turno de corta (años)

CC: crecimiento corriente anual (t/año)

Siempre se ha de tener en cuenta que dicho cálculo solo se realizará para aquellas especies que tienen posibilidad de aprovechamiento como *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*. Desecharemos aquellas zonas y estratos donde la FCC < 20% y los estratos de matorral también se encuentran exentos de aprovechamiento.

También se va a considerar para tales cálculos el turno a emplear, en este caso vamos a considerar un turno constante de 80 años (PGOF 2002).

1.4. Cuantificación de la biomasa forestal residual aprovechable real o posibilidad anual real.

Tras conocer la potencialidad del aprovechamiento de biomasa forestal residual (BFR potencial), vamos a proceder a calcular la cantidad de biomasa forestal residual aprovechable real o lo que es lo mismo la posibilidad real anual.

Para poder conocer la cuantificación, es necesario aplicar y considerar una serie de restricciones y criterios que nos impedirán aprovechar en su totalidad la potencialidad de la biomasa forestal residual (BFR potencial), ya sean medioambientales, técnicos o económicos. Las restricciones serán aplicadas tras la utilización y manipulación de

datos georreferenciados mediante programas de SIG. Esas consideraciones son las siguientes:

a) Pendientes del terreno

Una de las restricciones más importantes, ya que se aplica debido a las dificultades de accesibilidad para la maquinaria y al alto riesgo de erosión que pueden sufrir las zonas con pendientes muy elevadas. Los rangos de restricción por pendiente han sido seleccionados con la metodología de la Tesis Doctoral de Victoria Lerma Arce (Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia), ya que las características del monte valenciano son muy parecidas a las de la Región de Murcia. Los valores de aprovechamiento son los siguientes:

Tabla 6. Factores de intensidad de aprovechamiento en función de la pendiente del terreno.

Fuente: Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia (2015).

Pendiente	Intensidad de aprovechamiento
< 12,5 %	80%
12,5 - 25 %	60%
25 - 30 %	20%
> 35 %	0%

b) Existencias de figuras de protección

Esta restricción tiene como finalidad excluir a todas aquellas zonas de posible aprovechamiento que estén sujetas a algún tipo de protección medioambiental, como Parque Nacionales, microrreservas, LIC, ZEPA.

En nuestro caso en particular, este tipo de figuras de protección se han considerado mínimas pero la gran mayoría de la superficie estudiada pertenece a un Parque Natural, Parque Natural de Sierra Espuña. Por tanto, para poder realizar una buena explotación de la biomasa de la zona sería necesario realizar una revisión del Plan

General de Ordenación para todo el Parque Natural de Sierra Espuña, que limita con cuatro municipios diferentes.

c) Usos no aprovechables

Dadas sus propiedades no son aprovechables las siguientes zonas:

- Parques periurbano
- Mosaico arbolado o desarbolado sobre cultivos o matorral
- Áreas recreativas
- Arbolados fuera del monte
- Áreas de cortafuegos
- Monte bajo sin vegetación superior

Por tanto, ya que tenemos todos los datos suficientes y las pertinentes restricciones para la obtención de la cantidad de biomasa forestal residual aprovechable real (BFR aprovechable) o posibilidad real anual.

Dadas las herramientas utilizadas se dispondrá de una base de datos en la cual se encuentran los recursos biomásico forestales en cada unidad básica de tesela. Estas capas son superpuestas entre sí consiguiendo así una base de datos y unos mapas donde se presentarán las existencias totales de biomasa forestal (BF) con las restricciones anteriormente nombradas, y aplicándole las restricciones y criterios para cada especie con el turno expuesto anteriormente. Obteniendo así finalmente la biomasa forestal residual aprovechable real (BFR aprovechable).

B. Cálculo de existencias y posibilidad de biomasa agrícola residual

La biomasa agrícola residual (BAR) se entiende como aquellos residuos generados a partir del aprovechamiento de cultivos, ya sean cultivos herbáceos o leñosos, y sus turnos serán de una duración determinada.

Para el aprovechamiento de los residuos agrícolas solo se tendrán en cuenta aquellos residuos generados por cultivos leñosos, desechando los herbáceos. En el término municipal de Alhama de Murcia no existen actualmente cultivos energéticos.

La selección de la metodología de trabajo se ha obtenido unos datos, de la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Región de Murcia. Los datos obtenidos han sido actualizados en 2016, donde se han extraído únicamente los datos correspondientes al municipio de Alhama de Murcia.

La metodología que relaciona la cantidad de residuos generados con la superficie de cada cultivo, obteniendo así las toneladas de residuos por hectárea para cada cultivo. Los coeficientes a utilizar han sido extraídos de la Tesis Doctoral “Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia” (Lerma, 2015).

Tabla 7. Ratio de residuos en toneladas por especie, superficie (ha) y año de cultivos leñosos en la provincia de Valencia a la humedad indicada (%H). *Fuente: Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia (2015).*

Ratio residuos (t/(ha*año) cultivos Provincia de Valencia a la humedad indicada (% 40)	
Olivo	1,7
Almendo	3
Vid	4,1
Cítricos	2

3. Necesidad de datos para el cálculo

a) Medio Forestal

- Las superficies quemadas quedan totalmente excluidas de los cálculos.
- Las superficies que estén sujetas a algún tipo de figura de protección o superficies de áreas no aprovechables también quedan excluidas de los cálculos.

Por tanto, la tabla resumen de cada estrato en diferentes pendientes es la siguiente:

Tabla 8. Tabla resumen de la superficie de los diferentes estratos forestales con las limitaciones de pendientes en el municipio. *Fuente: Elaboración propia.*

Estrato	Superficie (ha)			
	Pte. < 12,5 %	Pte. 12,5 – 25 %	Pte. 25 - 30 %	Pte. > 30 %
1	988,6	1.226,35	238,5	455,8
2	701,4	1.247,9	247,5	368,8
3	259,9	605,9	182,5	340
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	235,04	156,1	461	144,9
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0

Para pies menores, obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 9. Diámetro medio y altura media para los pies menores. *Fuente: Planificación logística y valorización de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia (2015).*

Diámetro medio pies menores (cm)	5,2
Altura media pies menores (cm)	165

b) Medio agrícola

Tabla 10. Superficies ocupadas por cultivos agrícolas leñosos. Fuente: *Elaboración propia.*

Tipo de cultivo	Superficie (ha)
Olivo	756
Almendro	748
Vid	1.065
Cítricos	3.632

Tabla 11. Cálculo de potencialidad y suministro de biomasa forestal y agrícola. Fuente: *Elaboración propia.*

		Posibilidad Anual Real			
RESULTADOS	FORESTAL	$\Sigma P_{real} =$	5.953,998	t/año	
		$P_{real} =$	0,757	t/(ha*año)	
	AGRÍCOLA	$\Sigma P_{real} =$	15.159,7	t/año	
		$P_{real} =$	2,445	t/(ha*año)	
			TOTAL		
		$\Sigma P_{real} =$	21.113,7	t/año	
		$P_{real} =$	1,502	t/(ha*año)	

- Posibilidad anual real de biomasa forestal es de **5954 tn/año**.
- Posibilidad anual real de biomasa agrícola residual es de **15.160 tn/año**.

ANEXO N° 5: Bibliografía de referencia

- [1] A performance and innovation report. “The Energy Review”. Gobierno británico (2002).
 - [2] ADHAC “¿Calefacción sin calentamiento global? Preguntas frecuentes sobre red de calefacción y frío por distritos”, 2011.
 - [3] ADHAC. Asociación de Empresas de Redes de Calor y Frío. Censo de redes. [<http://www.adhac.es>]
 - [4] Anyanwu, E., 2004, “Review of solid adsorption solar refrigeration II: An overview of the principles and theory,” Energy Conversion and Management
 - [5] Bejan, Adrian, Tsatsaronis, George y Moran, Michael. Thermal Design and Optimization. EUA: John Wiley and Sons, 1996.
- BIBLIOGRAFÍA de referencia
- [6] Carlos J. Renedo Estébanez “Sistemas a Escala Urbana: District Heating y District Cooling”. 2009
 - [7] Caro, R. Et al. “Tecnologías energéticas e impacto ambiental”. CIEMAT (2002).
 - [8] Colarte Grave de Peralta, Luís E – Apuntes sobre los Principios y la Estructura Básica de la Contabilidad, el Análisis Financiero Contable como base de la Administración Financiera, CNEC, Ciudad de la Habana, Cuba, 1997
 - [9] Consejería del agua, agricultura, ganadería y pesca de la Región de Murcia.[www.carm.es]
 - [10] Crowley, T.J. & Berner, R.A. “CO2 and climate change”. Science 292, pp 870-872 (2001).
 - [11] Districlima. Cofely GDF Suez “Redes Urbanas de Calor y Frío“ [www.redesurbanascaloryfrío.com].
 - [12] ESDG-UNDP (2001), Clean Energy for Development and Economic growth: biomass and other renewable energy
 - [13] European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP). 2009. EMEP/EEA emission inventory guidebook: small combustion. Copenhagen: EEA. for Small District Heating Systems, Biomass and Bioenergy, 26 (2004), 5, pp. 443-453
 - [14] Frago, J. Análisis económico y geográfico de sistemas de calefacción de distrito con acumulación estacional. Proyecto Fin de Carrera,
 - [15] Gitman, Lawrence J. – Fundamentos de Administración Financiera.
 - [16] Gómez Mendizábal, R. “Necesidades y recursos de biomasa”. Revista

- energía nº 161 (2001).
- [17] Gong, M. y Wall, G. "On exergetics, economics and optimization of technical processes to meet environmental conditions." Thermodynamic Analysis and Improvement of Energy Systems. Ruixian Cai, et al. Eds. China: Beijing World, 1997.
- [18] Grassi, G. "Bioenergy industrial perspectives". Jornada IDAE (2000).
- [19] Harvey, L.D. (Ed.) (2006) Low Energy Buildings and District-Energy Systems: fundamentals, techniques and examples. Earthscan, London, UnitedKingdom, 2006. ISBN-13:978-1-84407-243-9.
- [20] Hernández González, C. "La biomasa en el Plan de Fomento de las energías renovables en España". Revista energía nº 161 (2001).
- [21] IDAE Propuesta de documento reconocido factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España. Versión 03/03/2014. www.idae.es
- [22] IDAE, Guía Técnica. Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Madrid, 2007. ISBN:978-84-96680-08-1
- [23] IDAE. Plan de Energías Renovables 2011-2020. 2011
- [24] IEA (International Energy Agency) (2002), World Energy Outlook 2002,
- [25] IEA DHC <http://www.iea-dhc.org/home.html> IEA, París
- [26] Instituto Geográfico Nacional [www.ign.es]
- [27] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 2009. Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios. Madrid: IDAE.
- [28] Intelligent Energy Europe Distribución de la energía: Redes urbanas de calor y frío. UP-RES
- [29] ITDG (Intermediate Technology Development Group) (2002a), Technical brief – Biomass. ITDG, Reino Unido.
- [30] Itoiz, C. "Planta de biomasa de Sangüesa de combustión de paja con una potencia total neta de 25 MW". Jornada IDAE (2000).
- [31] JUANA, J. M. de (2003), Energías Renovables para el Desarrollo, Paraninfo - Thomson Learning.
- [32] KAREKEZI, S., LATA, K., COELHO, S. T. (2004), Traditional biomass energy, International Conference for:Renewable Energies. Bonn.
- [33] Lerma, Arce., Victoria (2015), Planificación, logística y valorización de



- biomasa forestal residual en la provincial de Valencia. Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
- [34] Logstor “Distributing Energy Efficiency”. [www.logstor.com].
- [35] Lund, H., Moller, B., Mathiesen, B.V., Dyrelund, A. The role of district heating infuture renewable energy systems. Energy2010;32:1381–90.
- [36] Lundgren, J., et al., Experimental Studies of a Biomass BoilerSuitable
- [37] Maldonado R. – Estudio de la Contabilidad General, Editorial Félix Varela, La Habana, 2006.
- [38] Marihart, J. 2008. Report on execution of emission measurements in the acceptance teston the Lambdamat 1000 biomass heating system installed at the Stritzing industrial park using chipped wood as a fuel. Informe. TUV Austria.
- [39] Menéndez Pérez, R. “Proyectos de biomasa. Posibilidades de desarrollo en España”. Revista energía nº 161 (2001).
- [40] Ministerio de agricultura, pesca, alimentación y medio ambiente [www.mapama.es]
- [41] Moran, Michael y Shapiro, Howard. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. EUA: John Wiley and Sons, 2002.
- [42] Murcia natural [www.murcianatural.carm.es]
- [43] Rosen, Marc A., Le, Minh N. y Dincer, Ibrahim. “Thermodynamic Assessment of an Integrated System for Cogeneration and District Heating and Cooling”, International Journal of Exergy, Vol 1, No. 1, pp.94-110. 2004.
- [44] Stritih, U., Butala, V., Optimization of a Thermal Storage Unit Combined with a Biomass Boiler for Heating Buildings, Renewable Energy, 29 (2004), 12, pp. 2011-2022
Universidad de Zaragoza, 2011
- [45] Vallios, I., Tsoutsos, T., Papadakis, G. Design of biomass district heating systems. Biomass Bioenergy 2009; 33:659–78.
- [46] VELO, E., TAUTA S. (1999), Aprovechamiento energético de residuos urbanos y agroindustriales. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana, Santa Fe de Bogotá, Colombia
- [47] Verda, V., Colella, F., Primary Energy Savings through Thermal Storage in District Heating Networks, Energy, 36 (2011), 7, pp. 4278-4286

DOCUMENTO Nº 2

PLANOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y
DEL MEDIO NATURAL



ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA (MURCIA)

Curso 2016/2017

AUTOR: Cristian Peña Vidal

TUTOR: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

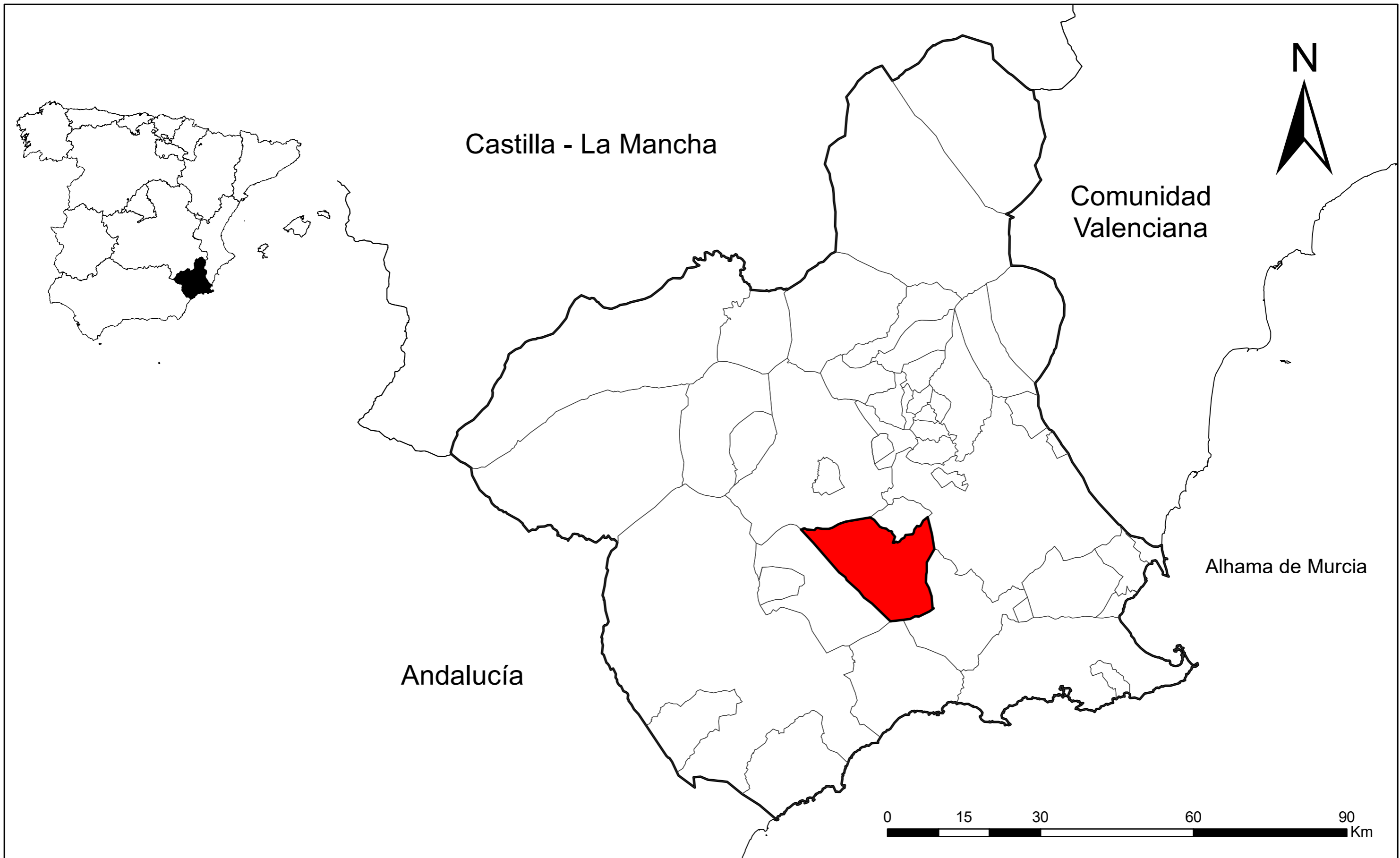
COTUTOR: Prof. Dr. José Vicente Turégano Pastor


VALENCIA, JULIO DEL 2017

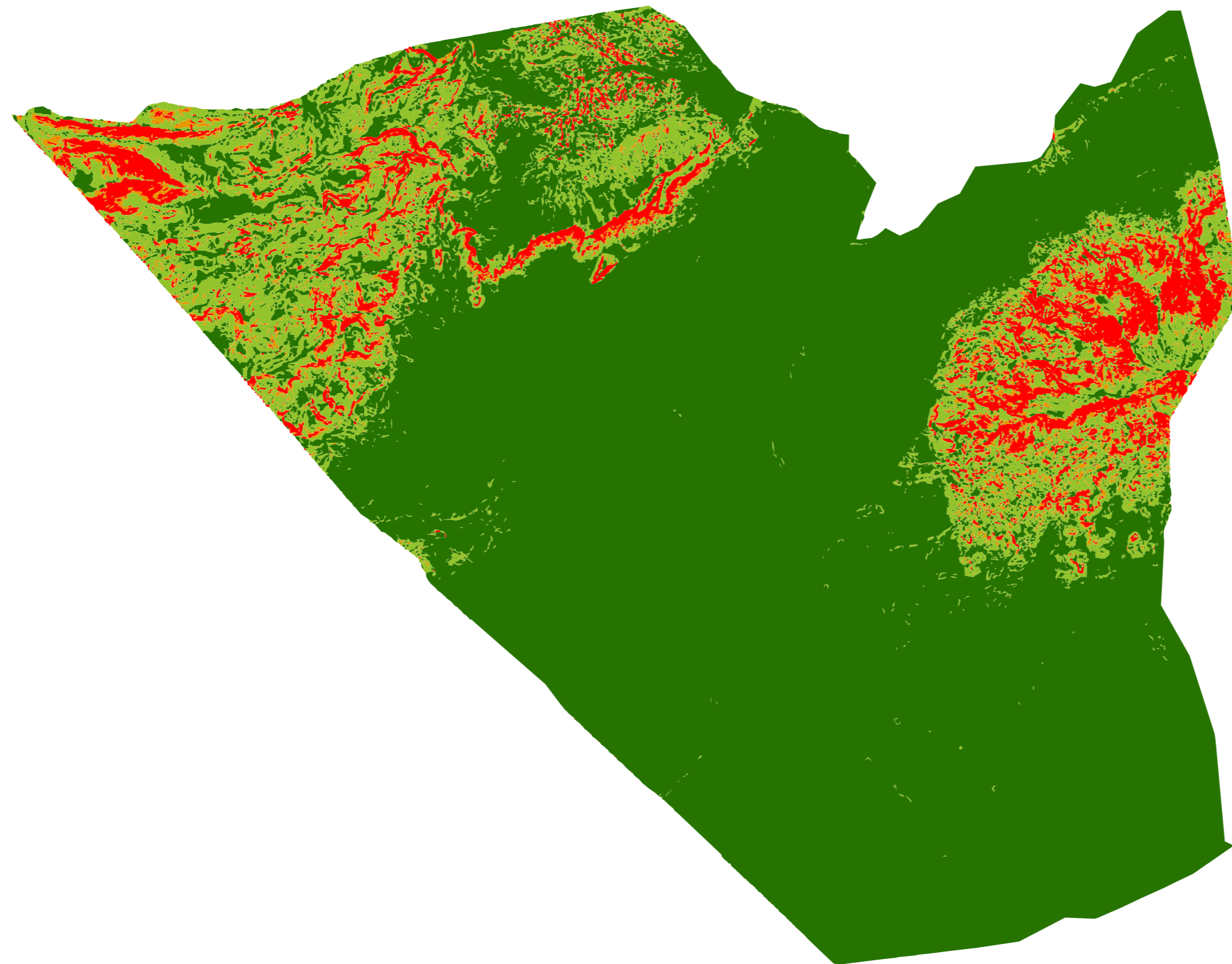


ÍNDICE

1. Localización
2. Pendientes
3. Estratos IFN4
4. Usos del suelo
5. Red de distribución
6. Red de distribución con acometidas
7. Intercambiador
8. Planta de cubiertas de la central térmica
9. Plana primera de la central térmica
10. Planta inferior de la central térmica
11. Conexiones de acometidas a la red principal

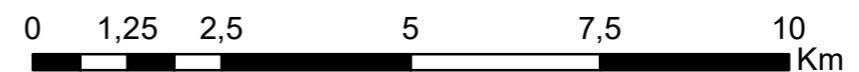
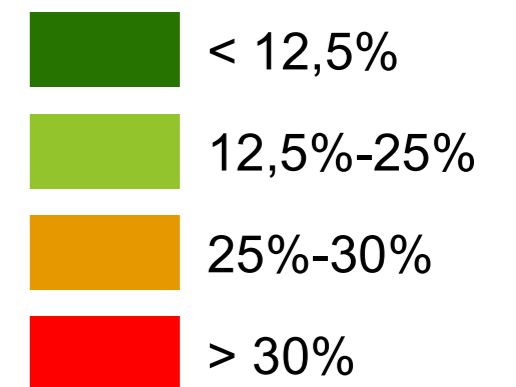



TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:700.000	1
Trabajo Final de Grado Estudio de viabilidad técnica-económica para la implantación de una red centralizada de calor de biomasa en Alhama de Murcia		Firma:	
Emplazamiento Alhama de Murcia (Murcia)		 Cristian Peña Vidal	
Plano SITUACIÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALHAMA DE MURCIA	Fecha JUNIO 2017		

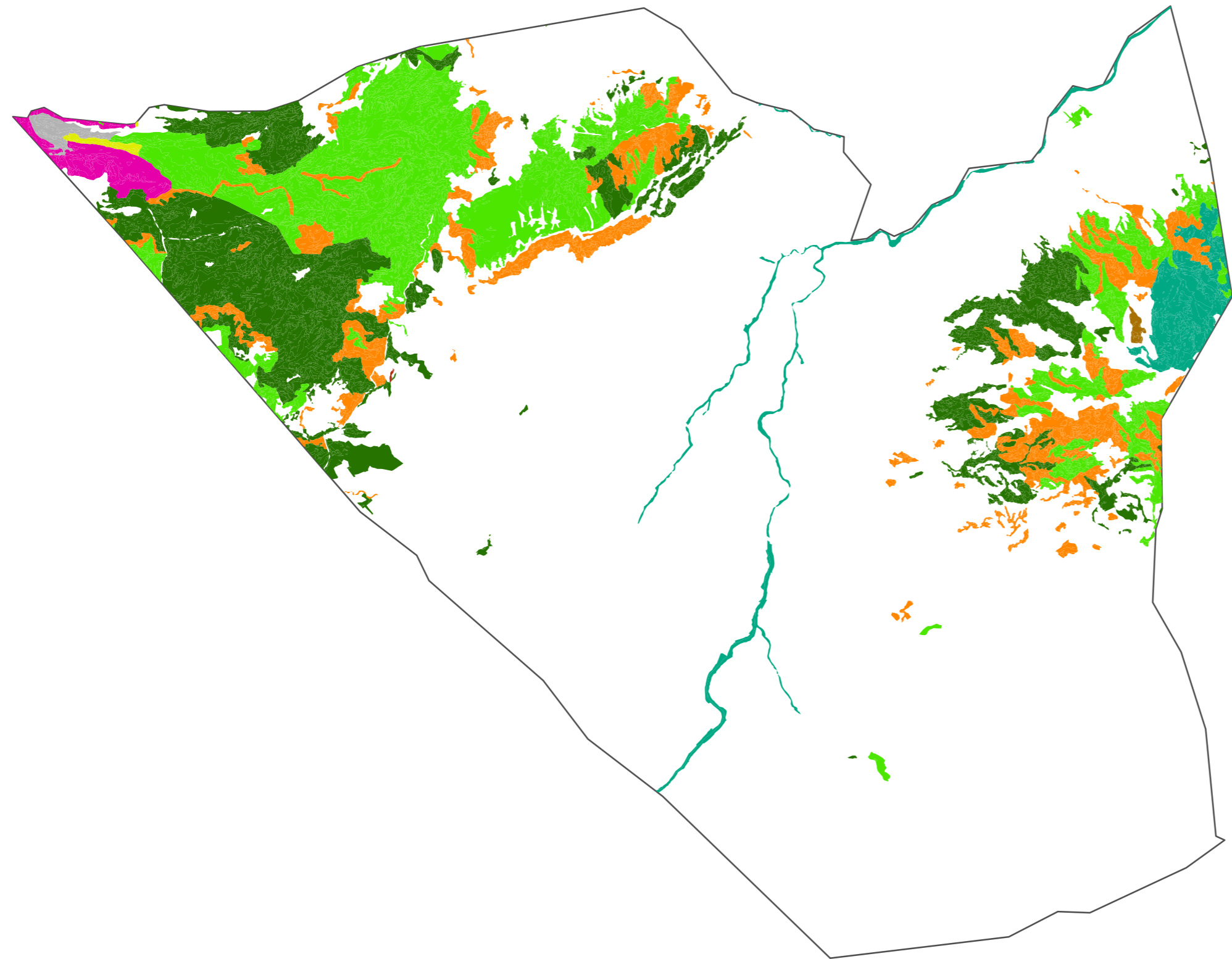


Leyenda

% Pendientes

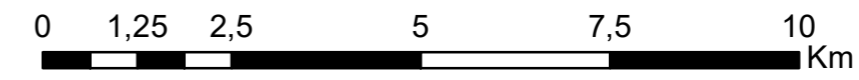



TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:100.000	2
Trabajo Final de Grado ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA			
Localización Alhama de Murcia (Murcia)		Firma:	 Cristian Peña Vidal
Plano	PENDIENTES	Fecha JUNIO 2017	

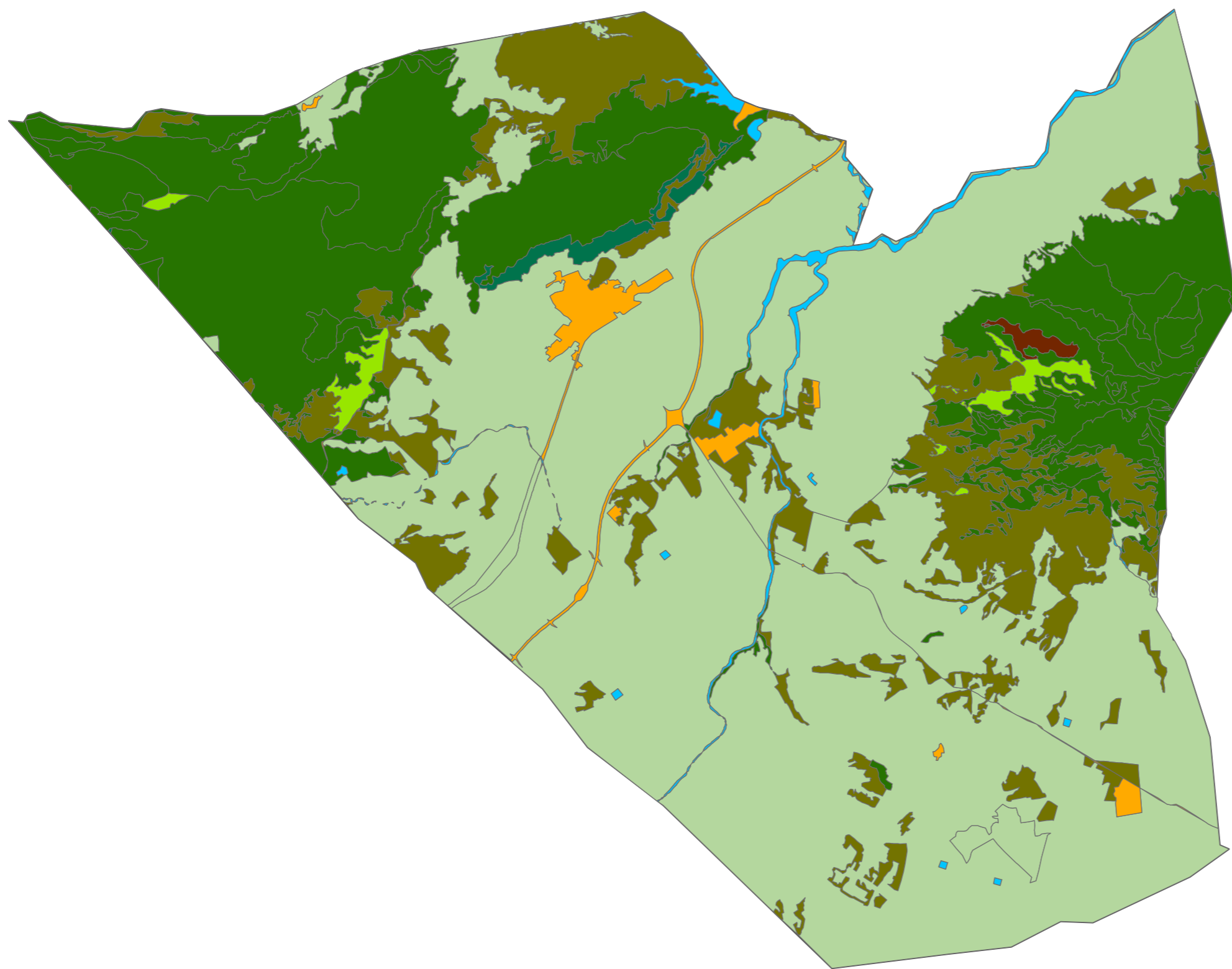


Leyenda
Estratos IFN4

- 0
- 1
- 2
- 3
- 5
- 6
- 7
- 8
- 10
- 11



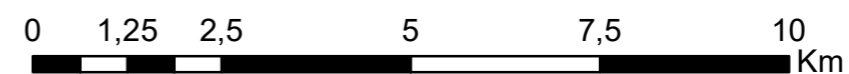
TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:100.000	3
Trabajo Final de Grado ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA		Firma:	 Cristian Peña Vidal
Localización Alhama de Murcia (Murcia)		Fecha	
Plano	ESTRATOS IFN4	JUNIO 2017	




Leyenda

Usos del Suelo


- Agua
- Cultivos
- Arbolado
- Arbolado de plantación
- Arbolado disperso
- Arbolado ralo
- Desarbolado
- Artificial

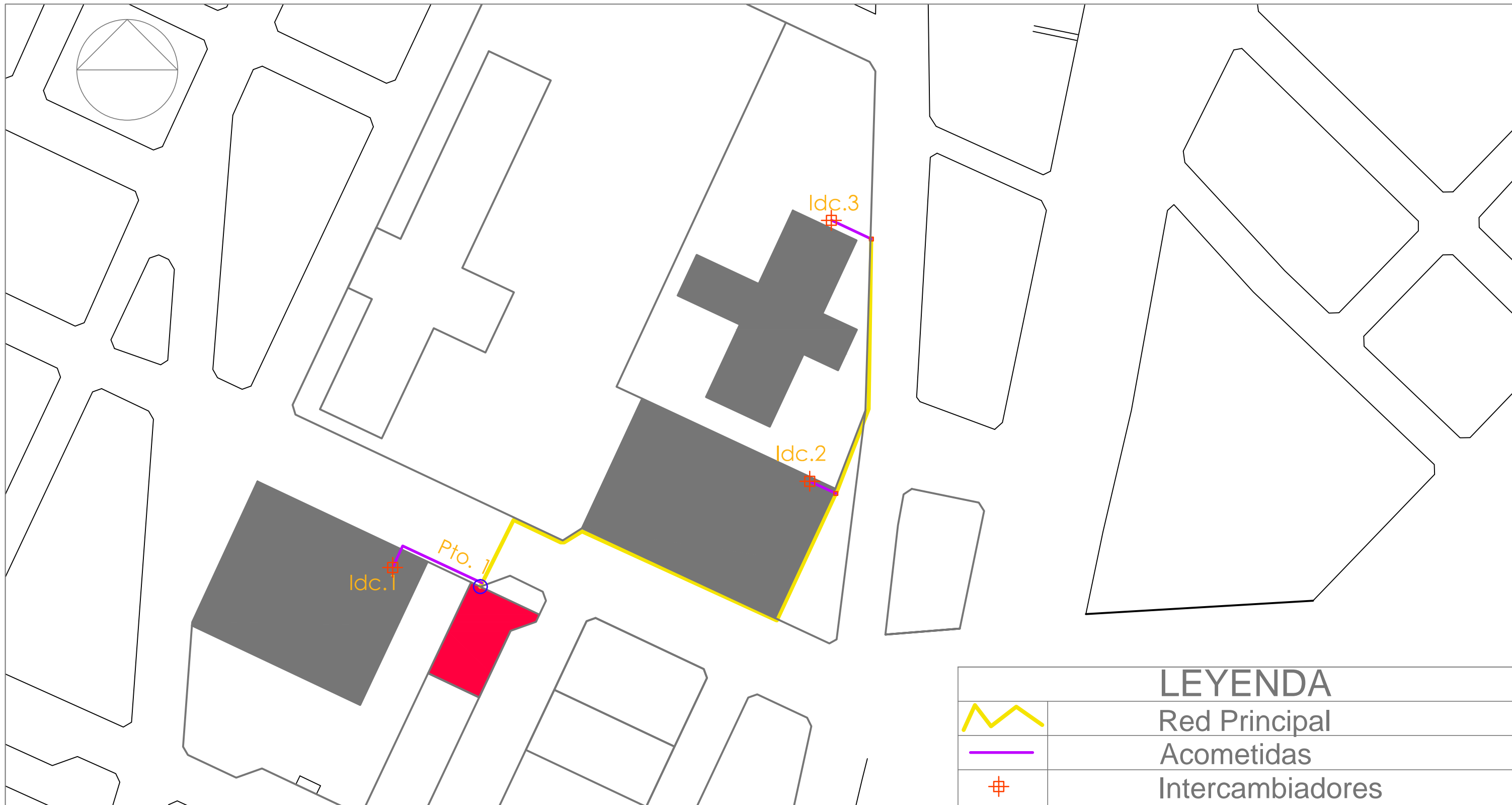


TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:100.000	4
Trabajo Final de Grado ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA		Firma:	 Cristian Peña Vidal
Localización	Alhama de Murcia (Murcia)	Fecha	
Plano	USOS DEL SUELO	JUNIO 2017	



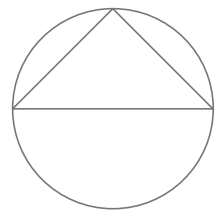
LEYENDA	
	Red Principal
	Acometidas
	Intercambiadores

TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:1.000	5
Trabajo Final de Grado		Firma	
ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA			
Localización: Alhama de Murcia (Murcia)			
Plano: RED DE DISTRIBUCIÓN DE CALOR	Fecha: Junio 2017		
		Cristian Peña Vidal	




LEYENDA	
	Red Principal
	Acometidas
	Intercambiadores

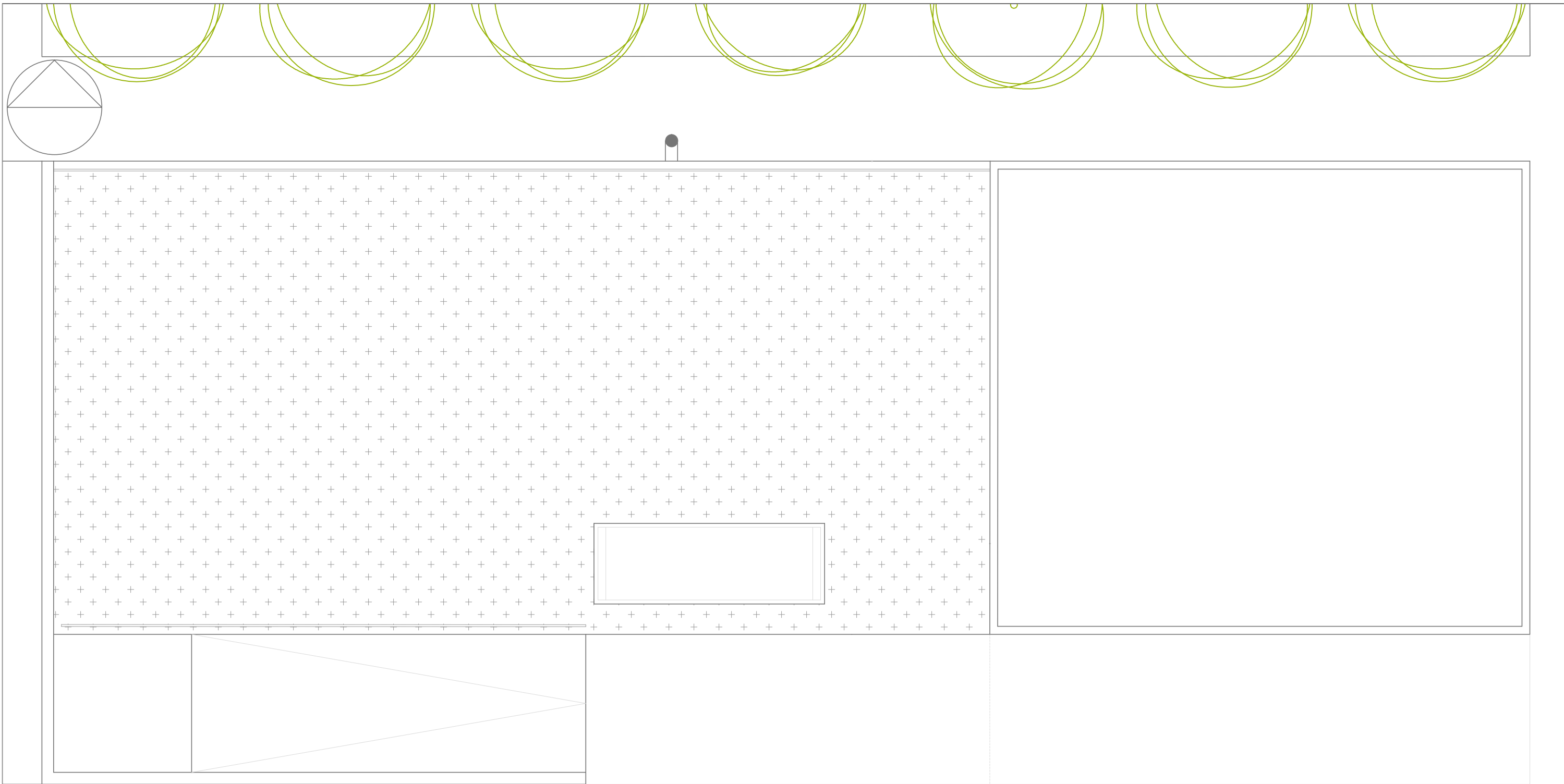
TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:1.000	6
Trabajo Final de Grado		Firma	
ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA			
Localización: Alhama de Murcia (Murcia)			
Plano:	Fecha:		
RED DE DISTRIBUCIÓN DE CALOR CON ACOMETIDAS	Junio 2017	Cristian Peña Vidal	




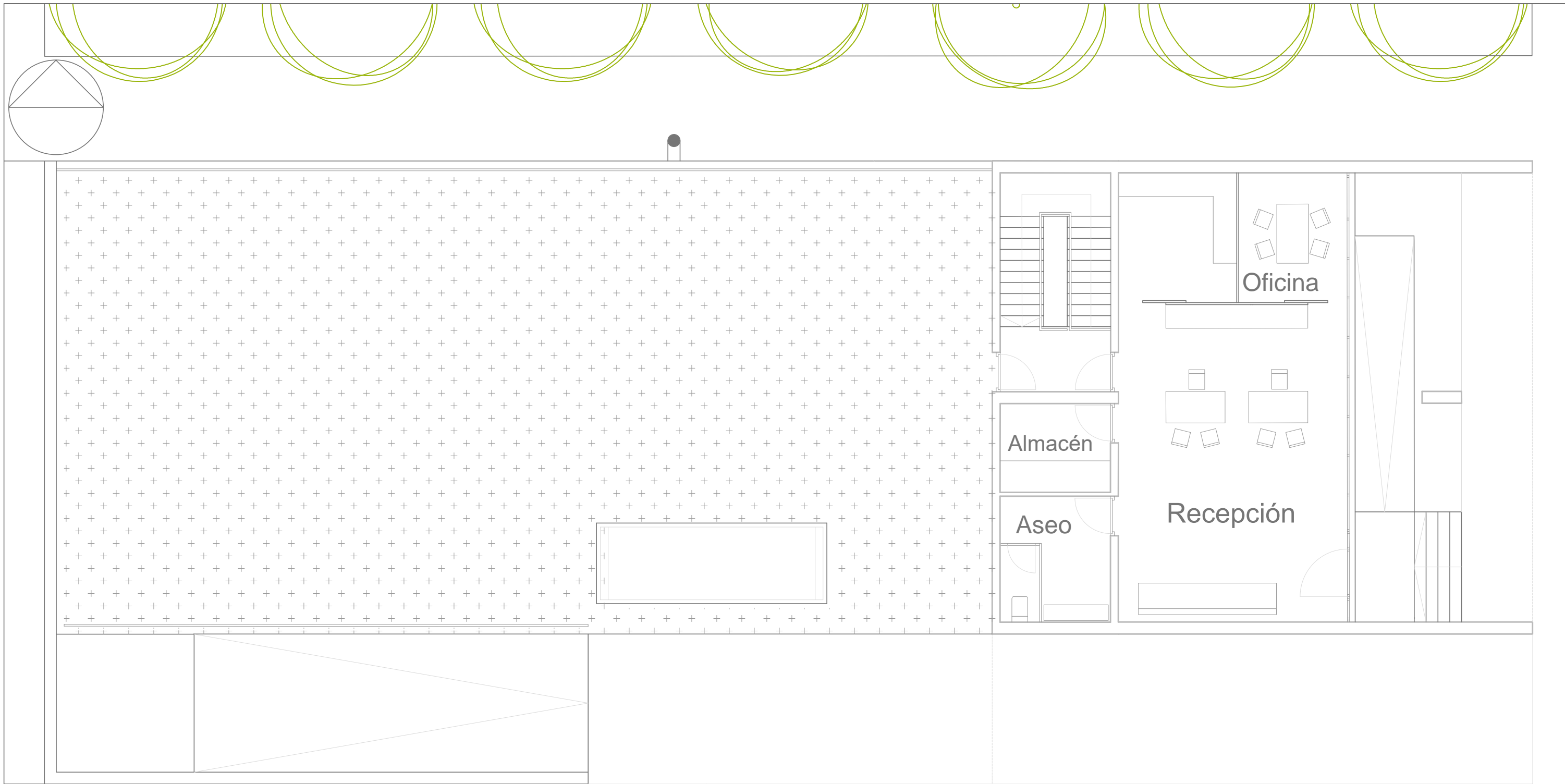
Idc


LEYENDA	
	Red Principal
	Acometidas
	Intercambiadores

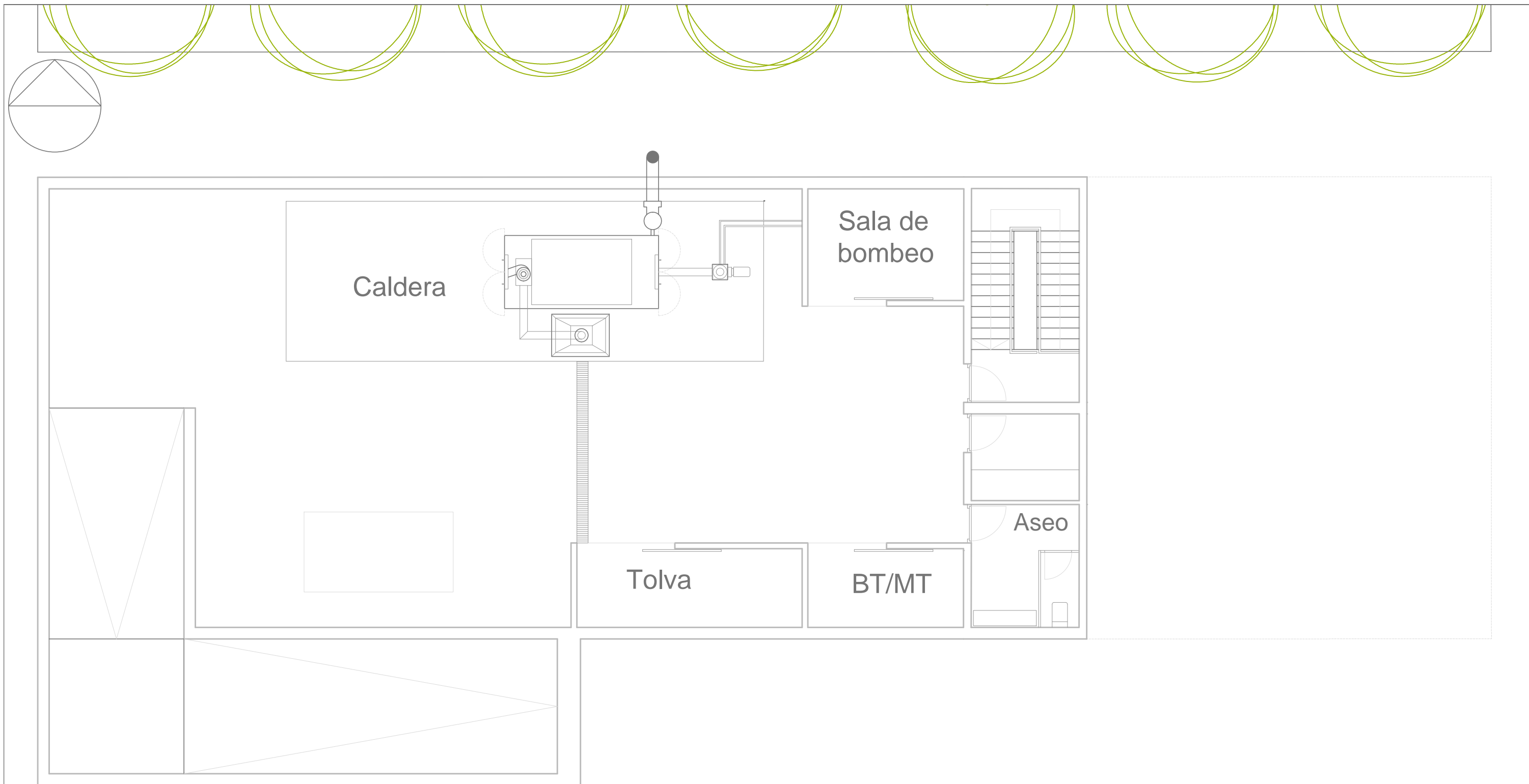
TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:50	7
Trabajo Final de Grado ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA			
Localización: Alhama de Murcia (Murcia)		Firma	
Plano:	Fecha:		
INTERCAMBIADORES DE CALOR	Junio 2017		
Cristian Peña Vidal			




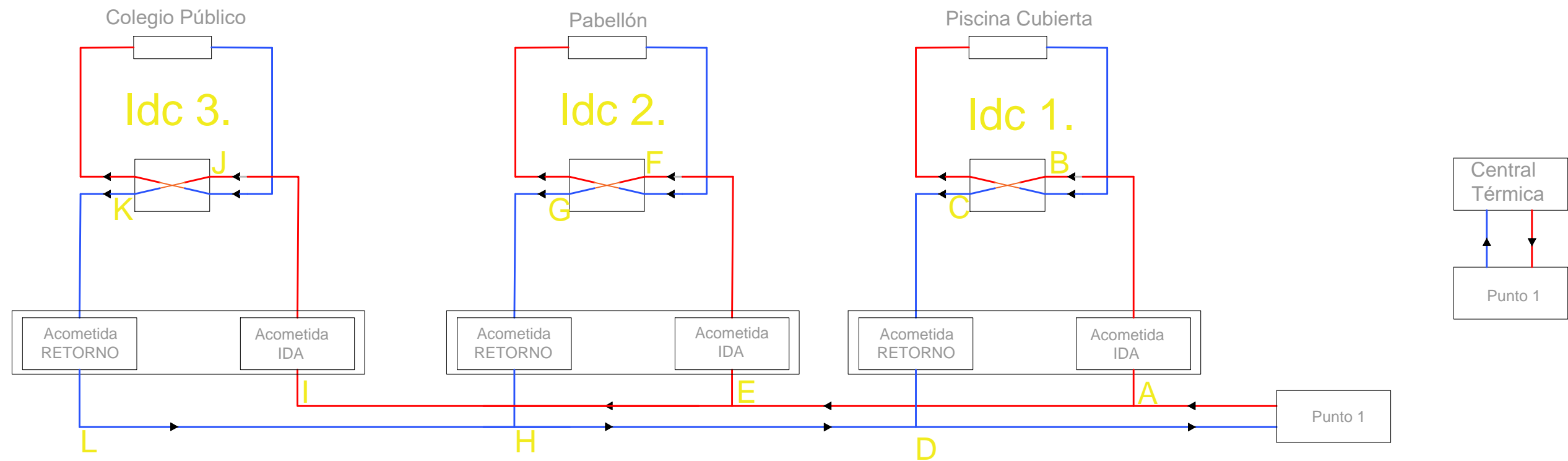
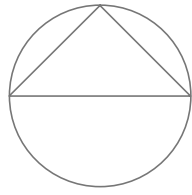
	TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
	GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:100	8
	Trabajo Final de Grado ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA		Firma	
	Localización: Alhama de Murcia (Murcia)			
Plano: PLANTA DE CUBIERTAS		Fecha	Cristian Peña Vidal	
		Junio 2017		




TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
	GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	1:100	9
	Trabajo Final de Grado	Firma	
	ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA		
Localización:	Alhama de Murcia (Murcia)	 Cristian Peña Vidal	
Plano:	PLANTA PRIMERA: RECEPCIÓN Y OFICINA		
	Fecha		
	Junio 2017		



<p>TFG</p> <p>Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural</p> <p>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL</p> <p>Trabajo Final de Grado</p> <p>ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA</p> <p>Localización: Alhama de Murcia (Murcia)</p> <p>Plano: PLANTA BAJA: EQUIPAMIENTOS CT</p>	<p>Fecha</p> <p>Junio 2017</p>	<p>Escala:</p> <p>1:100</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>10</p>
	<p>Firma</p> <p>Cristian Peña Vidal</p>		
	<p>PLANTA BAJA: EQUIPAMIENTOS CT</p>			Firma Cristian Peña Vidal
	<p>PLANTA BAJA: EQUIPAMIENTOS CT</p>		<p>Firma</p> <p>Cristian Peña Vidal</p>



TFG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	Escala:	Nº de plano:
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		1:100	11
Trabajo Final de Grado ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA		Firma	
Localización: Alhama de Murcia (Murcia)		 Cristian Peña Vidal	
Plano: CONEXIONES EDIFICIOS Y ACOMETIDAS	Fecha Junio 2017		

DOCUMENTO Nº 3

PRESUPUESTO

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL**



ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED CENTRALIZADA DE CALOR DE BIOMASA EN ALHAMA DE MURCIA (MURCIA)

Curso 2016/2017

AUTOR: Cristian Peña Vidal

**TUTOR: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva
COTUTOR: Prof. Dr. José Vicente Turégano Pastor**

VALENCIA, JULIO DEL 2017

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1.- Acondicionamiento del terreno								
1.1.1	M³	Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Saneamiento en la urbanización	1	13,720		0,540	7,409	
							7,409	7,409
		Total m³					7,409	15,30
								113,36
1.1.2	M³	Vaciado hasta 2 m de profundidad en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Losas	1	338,110		0,650	219,772	
		Hormigón de limpieza	1	338,110		0,100	33,811	
		Sótano 1	1	300,000		2,650	795,000	
							1.048,583	1.048,583
		Total m³					1.048,583	6,71
								7.035,99
1.1.3	M³	Relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra de la propia excavación, compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Saneamiento en la urbanización	1	3,750	3,660	0,540	7,412	
							7,412	7,412
		Total m³					7,412	4,23
								31,35
1.1.4	Ud	Arqueta sifónica, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 63x63x80 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado.						
		Total Ud					1,000	76,61
								76,61
1.1.5	M	Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.						
		Total m					9,800	55,36
								542,53
1.1.6	Ud	Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio.						
		Total Ud					1,000	85,19
								85,19
1.1.7	M	Zanja drenante rellena con grava filtrante sin clasificar, envuelta en geotextil, en cuyo fondo se dispone un tubo de PVC ranurado corrugado circular de simple pared para drenaje, enterrado hasta una profundidad máxima de 2 m, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m² según UNE-EN 1401-1 y UNE 53994-EX, de 200 mm de diámetro.						
		Total m					93,530	16,63
								1.555,40
1.1.8	M³	Relleno de grava filtrante sin clasificar, para drenaje en trasdós de muro.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	93,530	0,700	2,650	173,498	
							173,498	173,498
		Total m³					173,498	16,87
								2.926,91
1.1.9	Ud	Sumidero sifónico de PVC, de salida vertical de 75 mm de diámetro, con rejilla de PVC de 200x200 mm.						
		Total Ud					1,000	12,55
								12,55
1.1.10	M²	Desbroce y limpieza del terreno, profundidad media de 25 cm, medios mecánicos.						
		Total m²					596,690	1,01
								602,66
		Total subcapítulo 1.1.- Acondicionamiento del terreno:						12.982,55
1.2.- Cimentaciones								
1.2.1	M²	Capa de hormigón de limpieza HM-10/B/20/l fabricado en central y vertido con cubilote, de 10 cm de espesor.						
		Total m²					338,110	4,18
								1.413,30

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe	
1.2.2	M³	Muro de sótano 2C, H<=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero B 500 S UNE 36068, 71,102 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	83,140	0,300	2,650	66,096		
							66,096	66,096	
			Total m³:				66,096	183,90	12.155,05
1.2.3	M³	Losa de cimentación, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero B 500 S UNE 36068, cuantía 136,05 kg/m³.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	338,110		0,550	185,961		
							185,961	185,961	
			Total m³:				185,961	127,66	23.739,78
			Total subcapítulo 1.2.- Cimentaciones:						37.308,13
1.3.- Estructuras									
1.3.1	M²	Losa de escalera, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero B 500 S UNE 36068, 30 kg/m², e=20 cm, encofrado de madera, con peldañado de hormigón.							
			Total m²:				17,210	72,82	1.253,23
1.3.2	M²	Estructura de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote; volumen total de hormigón 0,177 m³/m²; acero B 500 S UNE 36068, con una cuantía total de 23,6 kg/m²; encofrado de madera; forjado reticular, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; nervios "in situ" de 10 cm, intereje 80 cm; bloque de hormigón, 70x23x25 cm; malla electrosoldada ME 10x10, Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE 36092, en capa de compresión; soportes con altura libre hasta 3 m.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Planta baja	1	300,000			300,000		
		Cubierta	1	164,440			164,440		
		A descontar: huecos de escalera	1	-7,770			-7,770		
							456,670	456,670	
			Total m²:				456,670	51,83	23.669,21
			Total subcapítulo 1.3.- Estructuras:						24.922,44
1.4.- Aislamientos e impermeabilizaciones									
1.4.1	M²	Drenaje e impermeabilización bajo losa de cimentación por medio de: capa drenante: lámina de polietileno de alta densidad; imprimación: imprimación asfáltica, tipo EA; impermeabilización: lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-40/FP (140), con geotextil de polipropileno-polietileno (125 g/m²).							
			Total m²:				404,300	12,71	5.138,65
1.4.2	M²	Drenaje e impermeabilización tras muro de sótano por medio de: imprimación: imprimación asfáltica, tipo EA; impermeabilización: lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-40/FP (140); capa drenante: lámina compuesta de una estructura tridimensional de poliestireno de 6,35 mm de espesor y un geotextil de polipropileno de 140 g/m² en una de sus caras.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	83,140		3,400	282,676		
							282,676	282,676	
			Total m²:				282,676	15,09	4.265,58
			Total subcapítulo 1.4.- Aislamientos e impermeabilizaciones:						9.404,23
1.5.- Cubiertas									
1.5.1	M²	Cubierta plana transitable, no ventilada, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: formaciones vegetales arbustivas. Aprovechado los arbustos mejor adaptados. Constará con un sistema de riego por goteo, instalado posteriormente aprovechando los jardines cercanos.							
			Total m²:				294,000	10,10	2.969,40



Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.5.2	M	Cubierta plana, no transitable, pendiente del 1% al 5%, compuesta de: una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM (SBS)-30/FP (140) sobre el soporte previamente imprimado con imprimación asfáltica, tipo EA y banda de terminación de 50 cm de desarrollo con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140).				
			Total m	104,190	8,30	864,78
1.5.3	Ud	Forrado de conducto de ventilación en azoteas con ladrillo hueco para revestir.				
			Total Ud	4,000	34,15	136,60
			Total subcapítulo 1.5.- Cubiertas:		3.970,78	

1.6.- Fachadas

1.6.1	M ²	Carpintería de aluminio lacado color blanco, en ventana corredera de dos hojas de superficie 1 m ² < s <= 2 m ² , perfilera con guía de persiana, gama básica, sin premarco, compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Ventanas	1	9,310		9,310	
							9,310	9,310
			Total m²		9,310	72,51	675,07	

1.6.2	M ²	Carpintería de aluminio lacado color blanco, en puerta balconera practicable de una hoja de superficie 1 m ² < s <= 2 m ² , perfilera con guía de persiana, gama básica, sin premarco, compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Puertas	1	14,560		14,560	
							14,560	14,560
			Total m²		14,560	86,64	1.261,48	

1.6.3	M ²	Rejilla de ventilación de lamas fijas de aluminio lacado color blanco.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Ventanas	1	0,290		0,290	
			Puertas	1	0,460		0,460	
							0,750	0,750
			Total m²		0,750	29,49	22,12	

1.6.4	Ud	Puerta enrollable para garaje, de lamas de aluminio extrusionado, 300x250 cm, panel totalmente ciego, acabado blanco, apertura manual.						
			Total Ud	1,000	1.431,96	1.431,96		

1.6.5	M ²	Cerramiento de fachada de dos hojas apoyadas en el forjado, la exterior de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, 33x16x11 cm, recibida con mortero de cemento M-5, con enfoscado interior y la interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5, aislamiento formado por un panel flexible y ligero de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Fachada a la calle	1	106,130		106,130	
							106,130	106,130
			Total m²		106,130	32,22	3.419,51	
			Total subcapítulo 1.6.- Fachadas:		6.810,14			

1.7.- Instalaciones

1.7.1	M	Canalización externa enterrada formada por 3 tubos de polietileno de 63 mm de diámetro, en edificación de hasta 4 PAU.						
			Total m	5,000	9,79	48,95		

1.7.2	M	Canalización de enlace superior fija en superficie formada por 4 tubos de PVC rígido de 40 mm de diámetro.						
			Total m	3,000	12,14	36,42		



Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.7.3	M	Canalización secundaria empotrada en tramo comunitario, formada por 4 tubos de PVC flexible, corrugados, reforzados de 25 mm de diámetro, en edificación de 1 PAU.			
		Total m	10,000	3,71	37,10
1.7.4	Ud	Registro de plástico de terminación de red, con caja única para todos los servicios.			
		Total Ud	1,000	41,89	41,89
1.7.5	Ud	Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 111 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm ² .			
		Total Ud	1,000	361,22	361,22
1.7.6	Ud	Red de equipotencialidad en cuarto de baño.			
		Total Ud	2,000	23,22	46,44
1.7.7	Ud	Red eléctrica de distribución interior del local con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, 2 despachos, 2 baños, recepción e iluminación escalera, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: C1, C2, C3, C4, C5, C7, del tipo C2, C10; mecanismos gama básica (tecla: blanco; embellecedor: blanco).			
		Total Ud	1,000	1.417,25	1.417,25
1.7.8	Ud	Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 4 m de longitud, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE-100), de 32 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y llave de corte de compuerta alojada en arqueta de obra de fábrica.			
		Total Ud	1,000	222,44	222,44
1.7.9	Ud	Tubería de alimentación de agua potable de 9 m de longitud de polietileno reticulado (PEX), de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm, colocada superficialmente.			
		Total Ud	1,000	23,36	23,36
1.7.10	Ud	Preinstalación de contador general de agua de 1/2" DN 15 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.			
		Total Ud	1,000	39,30	39,30
1.7.11	Ud	Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.			
		Total Ud	2,000	240,55	481,10
1.7.12	Ud	Luminaria para adosar a techo o pared, de 210x120x100 mm, para 1 lámpara incandescente A 60 de 60 W.			
		Total Ud	1,000	96,11	96,11
1.7.13	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor.			
		Uds. Largo Ancho Alto		Parcial	Subtotal
Vivienda		1		1,000	
				1,000	1,000
		Total Ud	1,000	30,92	30,92
1.7.14	M	Bajante de PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) de 110 mm de diámetro, junta pegada.			
		Uds. Largo Ancho Alto		Parcial	Subtotal
Cocinas		1 3,250		3,250	
				3,250	3,250
		Total m	3,250	9,53	30,97
1.7.15	M	Bajante de PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) de 125 mm de diámetro, junta pegada.			
		Uds. Largo Ancho Alto		Parcial	Subtotal
Pluviales		1 13,800		13,800	
				13,800	13,800
		Total m	13,800	11,25	155,25
1.7.16	M	Bajante de PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) de 160 mm de diámetro, junta pegada.			

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Fecales	1	6,500			6,500	
							6,500	6,500
		Total m				6,500	14,83	96,40
1.7.17	Ud	Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) para la red de desagües.						
		Total Ud				2,000	150,00	300,00
1.7.18	Ud	Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con tubo de PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) para la red de desagües.						
		Total Ud				1,000	69,19	69,19
1.7.19	Ud	Red interior de evacuación para galería con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) para la red de desagües.						
		Total Ud				1,000	69,19	69,19
1.7.20	M	Colector suspendido PVC liso, serie B (UNE-EN 1329-1) D=160 mm, e=3,2 mm, junta pegada.						
		Total m				48,000	16,06	770,88
1.7.21	Ud	Aireador de paso, caudal máximo 15 l/s, de aluminio, de 880x20x95 mm, con silenciador acústico de espuma de resina de melamina y aislamiento acústico de 27 dB, colocado en puertas de paso interiores, para ventilación híbrida.						
		Total Ud				3,000	21,30	63,90
1.7.22	Ud	Aireador de admisión, caudal máximo 10 l/s, de aluminio lacado en color a elegir de la carta RAL, de 1200x155x12 mm, colocado en posición horizontal en carpintería exterior de aluminio o PVC, encima de caja de persiana tipo monoblock, entre 150 y 185 mm de profundidad, con caja exterior vista y con aislamiento acústico de 43 dB, para ventilación híbrida.						
		Total Ud				3,000	49,86	149,58
1.7.23	Ud	Boca de extracción, graduable, caudal máximo 12 l/s, de plástico inyectado, de 100 mm de diámetro de conexión y 125 mm de diámetro exterior; para su colocación en paredes o techos de locales húmedos (cocina), al inicio del conducto de extracción, para ventilación híbrida.						
		Total Ud				3,000	26,92	80,76
1.7.24	M	Conducto vertical de extracción para instalación colectiva de ventilación híbrida, formado por tubos tipo shunt de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, autoconectables macho-hembra, de 200 mm de diámetro.						
		Total m				10,750	10,70	115,03
1.7.25	Ud	Aspirador estático prefabricado de hormigón gris rectangular, 20x20 cm ² de sección útil interior, incluso tapa y base de fijación.						
		Total Ud				1,000	19,32	19,32
		Total subcapítulo 1.7.- Instalaciones:						4.802,97
1.8.- Señalización y equipamiento								
1.8.1	Ud	Inodoro con tanque bajo serie básica color blanco. Lavabo con pedestal serie básica color blanco, de 650x510 mm con grifería monomando, acabado cromado, con aireador. Bidé serie básica color blanco, sin tapa y grifería monomando, acabado cromado, con aireador. Bañera acrílica gama básica color blanco, de 140x70 cm, equipada con grifería monomando serie básica, acabado cromado.						
		Total Ud				2,000	481,82	963,64
		Baño principal	1				1,000	
		Baño secundario	1				1,000	
							2,000	2,000
		Total Ud				2,000	481,82	963,64
1.8.2	Ud	Lavadero de gres, 520x860x470 mm, con grifería convencional, serie básica, con caño giratorio superior, con aireador.						
		Total Ud				1,000	186,34	186,34
		Total subcapítulo 1.8.- Señalización y equipamiento:						1.149,98



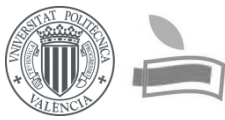
Presupuesto parcial nº 1 CENTRAL TÉRMICA

Presupuesto

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
1.9.- Silo de almacenamiento de astilla								
1.9.1	U	Obra civil necesaria unión silo con sala calderas, recogida de escombros, transporte a vertedero y limpieza. Totalmente terminado						
			Total u	1,000	1,00			
1.9.2	M^2	Formación de impermeabilización interior silo biomasa, realizada mediante aplicación de dos manos de revestimiento sintético impermeabilizante a base de resinas epoxi en dispersión acuosa con endurecedor amínico, Masterseal 138 "BASF Construction Chemical", con un rendimiento de 0,5 kg/m^2. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie soporte de hormigón o mortero de cemento.						
			Total m^2	20,000	5,42			
1.9.3	U	Suministro e instalación de rejillas de ventilación de dimensiones 60 x 20 cm, con mecanismos de apertura y cierre parcial para mantener la astilla a la humedad óptima. Totalmente instaladas incluso la obra civil necesaria.						
			Total u	1,000	57,26			
Total subcapítulo 1.9.- Silo de almacenamiento de astilla:					166,66			
1.10.- Control de calidad y ensayos								
1.10.1	Ud	Ensayo sobre una muestra de barras de acero corrugado con determinación de: sección media equivalente, características geométricas del corrugado, doblado simple, doblado/desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento en rotura e identificación del fabricante, según EHE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		B 500 S UNE 36068 (Serie fina)	1				1,000	
		B 500 S UNE 36068 (Serie media)	1				1,000	
		B 500 S UNE 36068 (Serie gruesa)	1				1,000	
							3,000	3,000
			Total Ud	3,000	69,78			209,34
1.10.2	Ud	Ensayo sobre una muestra de malla de acero electrosoldado con determinación de: características geométricas de la malla y resistencia al arrancamiento del nudo soldado, según EHE.						
			Total Ud	1,000	68,64			68,64
1.10.3	Ud	Ensayo completo sobre una muestra de hormigón fresco, incluyendo: medida de asiento de cono de Abrams, fabricación de 3 probetas, curado, refrentado y rotura a compresión, según EHE.						
			Total Ud	3,000	27,65			82,95
Total subcapítulo 1.10.- Control de calidad y ensayos:					360,93			
Total presupuesto parcial nº 1 CENTRAL TÉRMICA :					101.878,81			

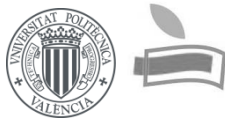
Presupuesto parcial nº 2 INSTALACIÓN CALDERAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	U	Caldera de astilla, pellet o hueso de aceituna, de agua caliente ARES A 400			
		Total u:	1,000	50.148,00	50.148,00
2.2	U	Módulo básico: sistema de control con sonda lambda según Temp. Exterior LA para caldera hasta 800 kW. Control y programación independiente hasta 2 circuitos de calefacción con mezcladoras y 2 de ACS.			
		Total u:	1,000	697,79	697,79
2.3	U	Suministro e instalación de sonda para circuito de calefacción, probada y en funcionamiento.			
		Total u:	1,000	80,57	80,57
2.4	U	Ciclón de humos para caldera			
		Total u:	1,000	2.750,00	2.750,00
2.5	U	Suministro e instalación de conjunto hidráulico para circuito principal. Incluido bomba de circulación para circuito caldera-depósito de inercia y válvula de seguridad anticondensados. Probado y en funcionamiento.			
		Total u:	1,000	1.231,15	1.231,15
2.6	U	Suministro e instalación de Kit para escotilla de acceso a silo. Incluido 2 carriles para puerta de 1 metro.			
		Total u:	1,000	108,73	108,73
2.7	U	Suministro e instalación de salida de humos mediante conductos de acero inoxidable de doble capa de diámetro 250; 6 m lineales, Té 135º, codo 45º, sombrero antiviento y material de anclaje necesario.			
		Total u:	1,000	552,73	552,73
2.8	U	Software para visualización y control de la caldera desde PC. Incluido conexión remota via internet. Totalmente instalado y probado.			
		Total u:	1,000	448,27	448,27
2.9	U	Suministro e instalación de control vía SMS. Probado y en funcionamiento.			
		Total u:	1,000	614,67	614,67
2.10	U	Trabajos necesarios para la puesta en marcha de la central de generación de calor. Totalmente probada y en perfecto funcionamiento.			
		Total u:	1,000	306,60	306,60
2.11	U	Transporte de los equipos hasta ubicación, incluyendo medios auxiliares de descarga que puedan ser necesarios.			
		Total u:	1,000	1.265,72	1.265,72
2.12	U	Suministro e instalación de descalcificador de salmuera compuesto por válvula by-pass, válvulas de entrada y salida al descalcificador, contenedor de botella para resina, depósito de salmuera, filtro clarificador, línea de desagüe y rebose. En funcionamiento y probado.			
		Total u:	1,000	2.011,15	2.011,15
2.13	U	Mano de obra y pequeño material fontanería para acoplar la caldera a la instalación y depósitos de inercia.			
		Total u:	1,000	6.221,70	6.221,70
2.14	U	Sistema de control de equipos para gestión y monitorización del funcionamiento de la Central. Centralizado tipo BMS			
		Total u:	1,000	19.562,42	19.562,42
Total presupuesto parcial nº 2 INSTALACIÓN CALDERAS :					85.999,50



Presupuesto parcial nº 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	U	Cuadro de distribución vacío tipo industria con puerta transparente para montar en pared, de 800 mm de alto por 600 mm de ancho y 25 de profundidad, índice de protección IP43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 80 pequeños interruptores automáticos bipolares, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	1,000	1.183,54	1.183,54
3.2	U	Elementos del cuadro General totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	1,000	2.275,52	2.275,52
3.3	U	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad 25 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	1,000	89,54	89,54
3.4	U	Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A tetrapolar, con intensidad de defecto 300 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	1,000	167,44	167,44
3.5	M	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+neutro+tierra de 6 mm2 de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 25 mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales y de sujeción del tubo a pared, totalmente instalada, conectada y en correcto funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	25,000	8,51	212,75
3.6	U	Suministro e instalación de Pantalla LED estancia aluminio 120 mm 40 W, marca Efecto LED.			
		Total u	2,000	51,12	102,24
Total presupuesto parcial nº 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA :					4.031,03



Presupuesto parcial nº 4 SISTEMA DE BOMBEO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	U	Electrobombas centrífugas multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, 0,75 CV de potencia, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instaladas. También se incluye otra bomba de 0,75 CV de repuesto para la red de distribución. Incluido instalación grupo de bombeo, replanteo, colocación de bombas, trabajos de fontanería y electricidad, material necesario para la correcta instalación incluso obra civil necesaria, conexión a la red de distribución. Totalmente instalado y probado			
			Total u:	1,000	2.958,18
			Total presupuesto parcial nº 4 SISTEMA DE BOMBEO :		2.958,18

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	U	Acometida edificio, compuesta por pieza en T FW 75-25-75, manquito exterior en T RVT grande 120-210, espuma para manguito RVT T grande 120-210, 10 m de tubería UNO SDR 25/125, incluido corte de pavimento y excavación manual, tapado de zanja y colocación de hormigón y losas de piedra, incluido reposición de fachadas afectadas con el mismo material existente. Totalmente conexionado y terminado.			
		Total u	3,000	1.439,71	4.319,13
5.2	U	Conexión a circuito de calefacción existente, incluso piezas especiales y material de fontanería para adaptar a la instalación existente.			
		Total u	3,000	704,60	2.113,80
5.3	U	Estación energética 60 kW (&T 15°K) para la gestión de los puntos de consumo, totalmente conexionada, instalada y en funcionamiento			
		Total u	1,000	1.477,00	1.477,00
5.4	U	Estación energética 200 kW (&T 15°K) para la gestión de los puntos de consumo, totalmente conexionada, instalada y en funcionamiento.			
		Total u	1,000	1.927,00	1.927,00
5.5	U	Estación energética 400 kW (&T 15°K) para la gestión de los puntos de consumo, totalmente conexionada, instalada y en funcionamiento.			
		Total u	1,000	2.747,00	2.747,00
Total presupuesto parcial nº 5 ACOMETIDAS :					12.583,93

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	M^3	Excavación en zanja con medios mecánicos en cualquier clase de terreno incluso roca, así como rasanteo, nivelación y compactación del fondo resultante, incluso carga y transporte a vertedero o lugar de empleo de los materiales sobrantes procedentes de la excavación, incluso reposición de los servicios afectados.			
		Total m^3	100,000	26,20	2.620,00
6.2	M^3	Arena de tamaño 2/6 mm., no plástica, empleada en obra para lecho y protección de tuberías, extendida y nivelada en soleras y retacada y apisonada en cubrimientos.			
		Total m^3	100,000	15,54	1.554,00
6.3	M^3	Relleno con material seleccionado procedente de la excavación compactado al 98% del Proctor Modificado.			
		Total m^3	100,000	10,16	1.016,00
6.4	M	Cinta señalizadora ubicación tubería en zanja, totalmente extendida.			
		Total m	500,000	0,14	70,00
6.5	M^2	Reposición de pavimento de piedra, incluso solera de 10 cm de hormigón HM-20 y posterior aplacado con piedra natural igual a la existente. Totalmente terminado.			
		Total m^2	70,000	39,61	2.772,70
6.6	M	Suministro e instalación de Tubería preaislada EN 253 20/125, incluido parte proporcional de uniones entre tuberías y valvulería, incluido prueba de carga. Totalmente instalada. Unidades de 6-12 m de longitud.			
		Total m	15,000	20,31	304,65
6.7	M	Suministro e instalación de Tubería preaislada EN 253 32/140, incluido parte proporcional de uniones entre tuberías y valvulería, incluido prueba de carga. Totalmente instalada. Unidades de 6-12 m de longitud.			
		Total m	160,000	22,57	3.611,20
6.8	M	Suministro e instalación de Tubería preaislada EN 253 80/200, incluido parte proporcional de uniones entre tuberías y valvulería, incluido prueba de carga. Totalmente instalada. Unidades de 6-12 m de longitud.			
		Total m	324,000	27,66	8.961,84
6.9	M	Suministro e instalación de Tubería preaislada EN 253 50/160, incluido parte proporcional de uniones entre tuberías y valvulería, incluido prueba de carga. Totalmente instalada. Unidades de 6-12 m de longitud.			
		Total m	20,000	24,76	495,20
6.10	M	Conducto de Polietileno corrugado doble pared color rojo Ø100 mm. suministrado en tubos, corrugado exteriormente, liso interiormente, unión mediante manguitos, para paso de cableado, incluido paso de ataguía, colocado en fondo de zanja. Unidades de 3 m de longitud			
		Total m	500,000	1,47	735,00
6.11	U	Unión de la conducción de la salida desde la central de generación de calor constituida por dos tuberías con el anillo principal constituido por dos tuberías. Incluidas las Ts, manguitos, 2 válvulas de cierre DANFOSS regulables a diferentes aberturas, piezas especiales, incluido elementos de aislamiento necesarios. Totalmente instalada y probada.			
		Total u	1,000	2.108,59	2.108,59
6.12	U	Unión del anillo principal constituido dos tuberías. con el apoy o nº1 constituido por dos tuberías. Incluidas las Ts, manguitos, 2 válvulas de cierre DANFOSS regulables a diferentes aberturas, piezas especiales, incluido elementos de aislamiento necesarios. Totalmente instalada y probada.			
		Total u	3,000	1.307,79	3.923,37
6.13	U	Arqueta de registro de dimensiones interiores 40x40x70 cm, construida con solera de hormigón HM-20/P/20/I, y paredes de fabrica de ladrillo panal de 25x12x9 cm incluido marco y tapa hermética de fundición de 50x50 cm de 40 TM. Totalmente terminada			
		Total u	3,000	255,85	767,55



Presupuesto parcial nº 6 RED TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.14	U	Arqueta de registro de 150x150 cm, para red de calor, construida con solera de hormigón HM-20/P/20/I, y paredes de ladrillo panal, losa de hormigón armado HA-25, incluido marco y tapa hermética de fundición de ø600 mm. de luz interior de 40 TM. Totalmente terminada.			
		Total u:	3,000	659,76	1.979,28
6.15	U	Vaso expansión de 500 L "HASA" vertical con presión máxima de 10 bar.			
		Total u:	1,000	755,21	755,21
6.16	U	Vaso expansión de 100 L "HASA" vertical con presión máxima de 10 bar.			
		Total u:	1,000	435,93	435,93
6.17	U	Sistema de equilibrado hidráulico, instalación y comprobación			
		Total u:	1,000	7.466,36	7.466,36
Total presupuesto parcial nº 6 RED TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN :					39.576,88



Presupuesto parcial nº 7 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1	U	Gestión de residuos de construcción y demolición R.D. 105/2008			
			Total u:	1,000	218,40
					<hr/>
			Total presupuesto parcial nº 7 GESTIÓN DE RESIDUOS :		218,40



Presupuesto parcial nº 8 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.1	U	Medidas de seguridad a adoptar para el cumplimiento de la normativa de Seguridad y Salud R.D. 1627/1997			
			Total u:	1,000	582,40
			Total presupuesto parcial nº 8 SEGURIDAD Y SALUD :		582,40



Presupuesto de ejecución material

1 CENTRAL TÉRMICA	101.878,81
1.1.- Acondicionamiento del terreno	12.982,55
1.2.- Cimentaciones	37.308,13
1.3.- Estructuras	24.922,44
1.4.- Aislamientos e impermeabilizaciones	9.404,23
1.5.- Cubiertas	3.970,78
1.6.- Fachadas	6.810,14
1.7.- Instalaciones	4.802,97
1.8.- Señalización y equipamiento	1.149,98
1.9.- Silo de almacenamiento de astilla	166,66
1.10.- Control de calidad y ensayos	360,93
2 INSTALACIÓN CALDERAS	85.999,50
3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4.031,03
4 SISTEMA DE BOMBEO	2.958,18
5 ACOMETIDAS	12.583,93
6 RED TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN	39.576,88
7 GESTIÓN DE RESIDUOS	218,40
8 SEGURIDAD Y SALUD	582,40
Total	247.829,13

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS.

Alhama de Murcia

Cristian Peña Vidal

Proyecto: DISTRICT HEATING Alhama de Murcia

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 CENTRAL TÉRMICA	
1.1 Acondicionamiento del terreno	12.982,55
1.2 Cimentaciones	37.308,13
1.3 Estructuras	24.922,44
1.4 Aislamientos e impermeabilizaciones	9.404,23
1.5 Cubiertas	3.970,78
1.6 Fachadas	6.810,14
1.7 Instalaciones	4.802,97
1.8 Señalización y equipamiento	1.149,98
1.9 Silo de almacenamiento de astilla	166,66
1.10 Control de calidad y ensayos	360,93
Total 1 CENTRAL TÉRMICA	101.878,81
2 INSTALACIÓN CALDERAS	85.999,50
3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4.031,03
4 SISTEMA DE BOMBEO	2.958,18
5 ACOMETIDAS	12.583,93
6 RED TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN	39.576,88
7 GESTIÓN DE RESIDUOS	218,40
8 SEGURIDAD Y SALUD	582,40
Presupuesto de ejecución material (PEM)	247.829,13
13% de gastos generales	32.217,79
6% de beneficio industrial	14.869,75
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	294.916,67
21% IVA	61.932,50
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	356.849,17

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS.

Alhama de Murcia

Fd. Cristian Peña Vidal