

ESTUDIO

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA MOVILIZABLE. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA SU PUESTA EN VALOR COMO "CALOR NATURAL"

PRODUCCIÓN DE ASTILLA Y PELLETS



Provincia: **TERUEL**

Promotor:

Consultoría:

ARAGÓN INFOENERGÍA



Técnicos Autores:

**José Ignacio
FÁBREGAS REIGOSA**
*Ingeniero de Montes
Colegiado nº 2.338*

**Pablo
OLIVÁN FUMANAL**
*Licenciado en Ciencias Ambientales
Colegiado nº 640 (CoAmbCV)*

Clave: **6149BiomasTer**

Versión: **01**

Fecha: **SEPTIEMBRE 2020**

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objeto.....	1
1.3	Estrategia empresarial	2
2	Análisis del mercado	4
2.1	La coyuntura del sector	4
2.2	Situación del mercado	6
2.3	Producto / servicio ofertado	7
2.4	Potenciales clientes o destinatarios	8
2.5	Competencia.....	8
3	Descripción de la actividad	9
3.1	El proceso para la producción del pellet	9
3.2	Recepción de la materia prima	10
3.3	Actuaciones de acondicionamiento inicial de la materia prima.....	10
3.4	Transporte del material durante todo el proceso.....	11
3.5	Secadora	11
3.6	Triturado	12
3.7	Pelletizado	13
3.8	Enfriamiento	13
3.9	Tamizado/cribado y clasificado	13
3.10	Control de calidad. Certificación.....	14
3.11	Empacado y almacenado en los distintos formatos.....	14
3.12	La comercialización	15
4	Instalaciones de la planta.....	18
4.1	Localización	18
4.2	Dimensionamiento	18
4.3	Instalaciones.....	19
4.4	Maquinaria.....	19
4.5	Personal fijo.....	21

5	Análisis de la viabilidad económica	23
5.1	Inversión inicial en instalaciones, maquinaria y puesta en marcha. ..	23
5.2	Gastos de personal directo e indirecto.	23
5.3	Otros gastos para el funcionamiento de la planta	24
5.3.1	Gasto anual de electricidad	24
5.3.2	Gasto anual de gasoil	25
	Gastos varios.....	25
5.3.3	Resumen de costes de producción	27
5.4	Análisis de ingresos	28
6	Conclusiones y recomendaciones.....	29
7	Bibliografía	31

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Según la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM), el uso de los pellets por parte de los consumidores se debe principalmente al menor precio respecto a otros recursos energéticos tradicionales, también al positivo impacto medioambiental, a que es un producto de calidad certificado y, finalmente, a la gran oferta y disponibilidad del producto.

La percepción de la sociedad hacia este tipo de energía alternativa es muy positiva debido principalmente a las ventajas del producto frente a otras fuentes de energía tradicionales y su repercusión en la mejora de la situación de las formaciones arboladas si se hace bajo el paraguas de una certificadora de gestión sostenible.

El impacto de una empresa vinculada al pellet en la zona objeto de estudio (provincia de Teruel) es muy beneficioso dado que la materia prima se "extrae" del propio entorno y, dicha extracción, contribuye a la preservación del medio natural y a la generación de actividad.

A este respecto cabe destacar que, si bien existen otros recursos de biomasa, el pellet es el que menores limitaciones presenta para el uso doméstico. El hueso de aceituna, por ejemplo, es un recurso muy localizado, y el uso de astilla es preferible en instalaciones industriales de mayor potencia.

1.2 Objeto

Creación de una planta para la fabricación de pellets producida en el territorio. Esta planta de pellet se ha concebido para su instalación conjunta con una planta de cogeneración para aprovechar el calor residual en el proceso de fabricación del pellet tanto en su consumo eléctrico como en el aprovechamiento del calor para el presecado con lo que no sería necesario instalar una caldera en el sistema.

Esta posibilidad exigirá muchas veces limitar las posibles fuentes de biomasa y no poder revalorizar la astilla de peor calidad. Sin embargo, será posible su comercialización en otros puntos del territorio, incluso su exportación, siempre y cuando haya excedentes de producción.

1.3 Estrategia empresarial

Misión y visión:

La misión es "Ofrecer un producto energético, el pellet, de calidad a un precio asequible para sus clientes y obtener beneficios económicos para los socios de la misma".

Debe llevarse a cabo una intensa **labor comercial**, poniendo en valor:

- Que se trata de un **producto de calidad**:
Los pellets fabricados tendrán un excelente poder calorífico para poder ser aprovechados de la forma más eficiente posible.
- Que tienen un **precio muy competitivo**:
El precio del pellet debe ser lo más competente posible, para ello es fundamental su fabricación al menor coste posible y el estudio exhaustivo del mercado y los posibles clientes.
- **Respeto al medio ambiente**:
Se trata de una fuente de energía renovable y ecológica respecto a las fuentes tradicionales. Además, contribuye a la buena gestión de los bosques como medio ambiente a preservar y como fuente de recursos naturales a explotar de una manera sostenible.

Deben enfatizarse estos aspectos para marcar una serie de hechos diferenciales y ventajosos de la utilización de pellets, desde el punto de vista económico y también medioambiental y social. El mercado del pellet es principalmente las casas unifamiliares o pequeños consumidores que no tienen espacio para almacenar las astilla y para calderas de pequeño tamaño que son muy sensibles a las características cambiantes de los combustibles biomásicos.

Importancia de la certificación:

Se considera importante la certificación del producto, dado que se trata de un aspecto muy tenido en cuenta por parte de fabricantes de calderas y consumidores para la adquisición del producto.

Actualmente, existe un plan de certificación transparente y de origen europeo que lidera el marco internacional de producción y comercialización de pellets: *ENplus*. Se pueden destacar las siguientes cifras que demuestran su eficacia y relevancia: 996 empresas certificadas, un volumen de producción estimado en el 2020 de 13,1 millones de toneladas y 682 casos de fraude resueltos.

En concreto en España, existen 68 empresas en total con esta certificación de las cuales 5 se ubican en Aragón y una dedicada a la fabricación de pellets de madera de pino en la provincia de Teruel (Biomasa del Aneto S.L., con la

siguiente dirección web: teruelpellets.com en la que se indica la certificación ENplus ES026 clase A1 ISO17225-2). Esta empresa ofrece un modelo sostenible de producción y comercialización con visión de futuro (tienen un servicio de venta online y un blog donde incluyen varios artículos con propuestas de cara al futuro del sector de las energías y la economía circular).

2 ANÁLISIS DEL MERCADO

2.1 La coyuntura del sector

Según AVEBIOM, la biomasa tiene potencial para llegar a representar aproximadamente un tercio del consumo energético total de España, incluyendo tanto la producción térmica como la eléctrica.

A ello hay que sumarle que España presenta un gran potencial por lo que a la materia prima de los pellets se refiere dado que ocupa el segundo lugar de la Unión Europea en cuanto a superficie forestal (unos 30 millones de hectáreas, aproximadamente un 55% del territorio).

Si bien, el potencial de madera disponible para la fabricación de pellets depende mucho de la composición de dicha superficie forestal (mucho de ella no es arbolada, está en zonas muy accidentadas, en zonas protegidas, etc.).

Deben buscarse masas forestales y leñosas existentes; ambas fuentes de madera de buena calidad en líneas generales, con una disposición geográfica y topográfica que haga viable su extracción.

En el año 2017, la capacidad de producción biomasa en España se estimaba en 1.250.000 toneladas, en 2019 la capacidad de fabricación aumentó hasta las 2.152.800 toneladas anuales de las cuales 714.000 toneladas correspondían con pellets. Esto se produjo, a pesar de la disminución del número de plantas en los últimos dos años (90 en 2017, 83 en 2018 y 82 en 2019), por las ampliaciones de capacidad de 16 de ellas. Además, una de las de mayor capacidad del país se incorporó ese mismo año a la certificación ENplus, con cifras anuales de aproximadamente 140.000 toneladas.

De la producción española, el 77% se destina a uso doméstico, siendo los sacos de 15 kilogramos la forma más común de consumo en el mercado interno. Dicho consumo va acompañado de un aumento de la instalación de calderas y estufas de pellets cuyo crecimiento medio, durante estos últimos tres años, ha aumentado en un 12%, a excepción de este año 2020 que se estima en un 2% a causa del Covid-19 y la consecuente paralización de la producción derivada del estado de alarma. Por ello sería importante desarrollar en paralelo iniciativas para fomentar la instalación de calderas consumidoras de pellets que generalmente tienen como cliente receptor las viviendas unifamiliares.

Las expectativas para la producción de pellet de madera en España en el año 2022 son mucho más positivas que para este año, esta cifra se acercará a las 900.000 toneladas de pellets. A pesar del anormal desplome de los precios del petróleo, se espera una serie de medidas legislativas desde el Gobierno de España que impulsarán el uso de las Energías Renovables los próximos años. Como otros países de la UE, España ha expresado su deseo a la Comisión

Europea de apoyar una salida "verde" para la economía Post Covid, lo que se une a la intención de la UE de llegar a un acuerdo para alcanzar objetivos de descarbonización más ambiciosos para 2030.

Producción de Pellets

Por CCAA en 2019 (%)

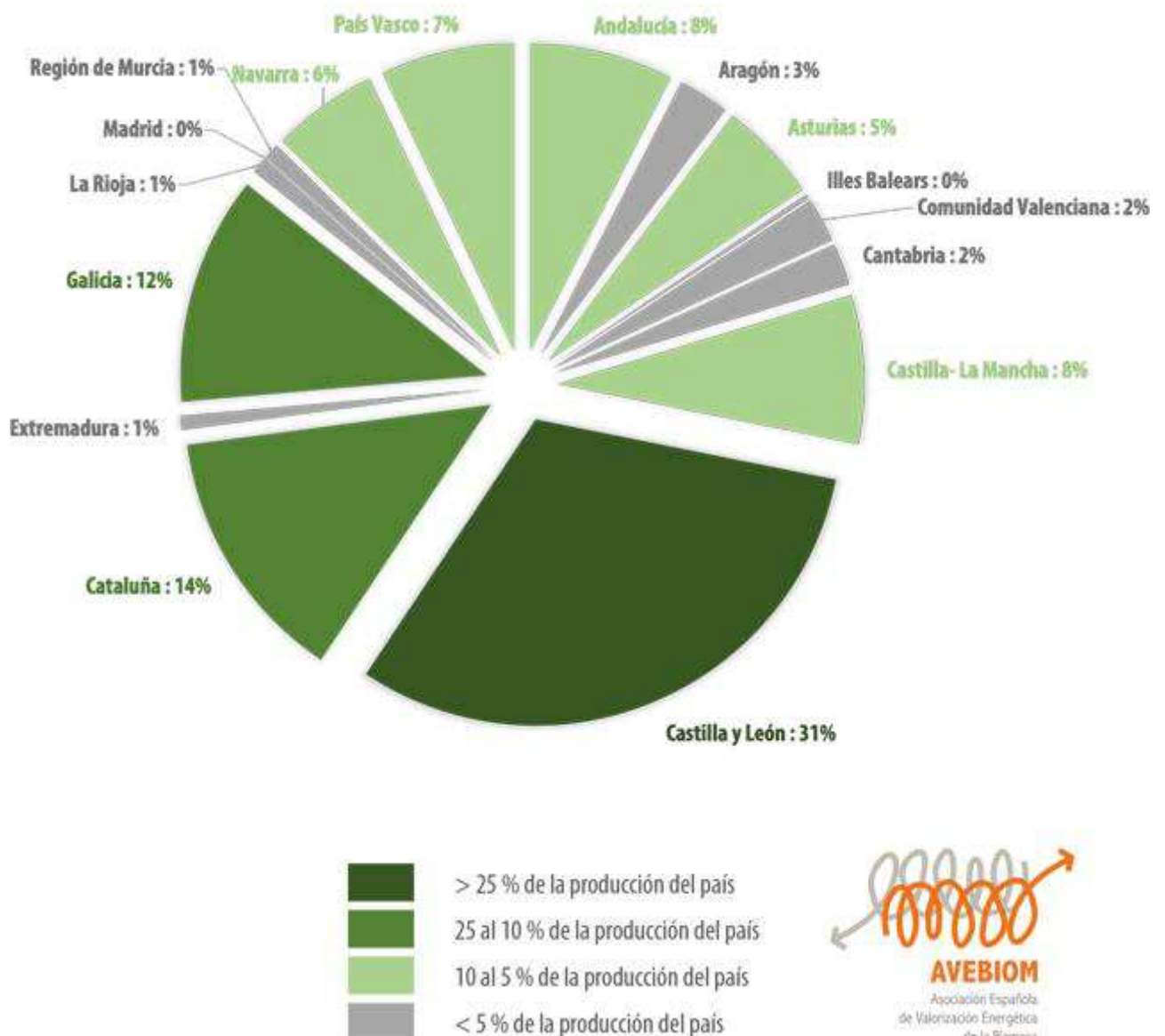


Gráfico 1: Producción de pellets por comunidades autónomas en el año 2019. Fuente AVEBIOM.

Son datos del Informe Estadístico Anual sobre el Mercado del Pellet en España que ha elaborado recientemente AVEBIOM (Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa).

España, y particularmente Teruel y su entorno, tienen un gran potencial en cuanto a demanda de pellet, estando actualmente muy por debajo de otros países europeos como Alemania, Austria e Italia en cuanto a aprovechamiento de este recurso. El caso de Aragón junto con otras comunidades del norte de España es especial, ya que a pesar de ser inferior su capacidad productora poseen rendimientos más efectivos en los procesos de transporte y fabricación de este producto.

Se considera relevante concluir este apartado anunciando una noticia en cuanto a la producción de combustibles en el municipio turolense de Andorra: a mediados de 2021 se planea la apertura en Andorra de la planta de fabricación de pellets más grande de España, que creará 60 empleos directos en la fábrica y 350 en explotaciones forestales, acopio y transporte, con una capacidad de aproximadamente 200.000 toneladas al año (140.000 de pellets de madera y 70.000 de pellets de paja) y con funcionamiento continuo las 24 horas del día repartidas en 3 turnos de trabajo (un total de 8.000 horas al año). Con este plan impulsado por el proyecto Forestalia, el municipio busca pasar en los próximos años de vivir de la central térmica y las minas (cuyo cierre se estipuló para junio de este mismo año) a proyectos de energías limpias que asienten población tanto económica como socialmente y no conviertan el fin de la minería y explotación del carbón en un éxodo demográfico sino en una oportunidad para el avance de la transición energética sostenible.

2.2 Situación del mercado

La presente descripción se centra en el mercado de pellets en España, donde el consumo ha experimentado un crecimiento exponencial desde el año 2006 y mantiene sus niveles de crecimiento muy positivos que pronostican seguir con esta tendencia de crecimiento en el futuro más inmediato.

Además, la existencia de subvenciones para instalar este tipo de sistemas energéticos supone un plus a los mismos.

El número de plantas de pellets en España viene incrementándose anualmente, superando las 80 en el año 2019. Cabe destacar que la capacidad en España se ha multiplicado casi por 10 en los últimos 10 años.

En general, los destinos de los pellets producidos son calderas domésticas, a pequeña escala, calderas industriales y plantas eléctricas. Aproximadamente la mitad de la producción se destina a las primeras, lo que provoca, como se verá más adelante, que el empaquetamiento más habitual del producto, sea en bolsas de 15 kg para uso doméstico.

Tal y como se ha detallado, el consumo de pellets en España ha seguido una evolución muy positiva durante los últimos años, más fuerte que la capacidad de producción. Ello hace necesaria la implantación de más plantas de pellets, sobretodo en determinadas localizaciones que no cuentan con ninguna relativamente cercana y sí cuentan con una importante industria maderera.

Dado que la mayoría del consumo de pellets se destina a la producción de energía térmica, para uso doméstico principalmente, el crecimiento de la industria va inseparablemente ligado a la instalación de calderas y estufas de pellets en casas unifamiliares, pequeños bloques y pequeñas naves industriales.

Además, existe la posibilidad incluso de intercambios internacionales. Fruto de la diferencia entre el consumo interno y la producción de pellets, se han dado momentos en que ha sido necesario importar pellets, pero en ocasiones también exportar. AVEBIOM destaca la existencia y liquidez de un mercado europeo que permite colocar el producto con elevadas garantías.

2.3 Producto / servicio ofertado

El pellet:

El pellet es un tipo de combustible granulado alargado cuya base es la madera. Se fabrican con los restos de madera procedentes de la tala de árboles, la limpieza de bosques o los restos generados por la industria de la madera.

Es decir, es un producto "ecológico", de "economía circular", dado que aprovecha los desperdicios creados por diferentes actividades vinculadas al sector forestal.

Las calderas / estufas de pellets:

Se trata, por lo general, de pequeñas calderas que utilizan los pellets como combustible para la generación de energía térmica y eléctrica.

En la actualidad están muy desarrolladas, siendo manejables y fáciles de regular mediante la aportación de un mayor o menor caudal de pellets.

2.4 Potenciales clientes o destinatarios

Se identifican tres tipologías de clientes:

- Propietarios de viviendas o edificios (el más común y de mayor interés).
- Administradores de comunidades de vecinos.
- Empresas de servicios energéticos.
- Empresas de suministro de combustibles de la biomasa.

2.5 Competencia

Se entiende por competencia cualquier otra empresa dedicada a la producción y venta de pellets a nivel nacional, por la lejanía de Portugal, y por supuesto en mayor medida en el caso de empresas del mismo ámbito territorial.

Según datos de AVEBIOM del año 2019, en Aragón estaban activas un total de 6 plantas de pellets, con una producción anual de 185.000 toneladas en el 2018; todas ellas con una producción menor de 30.000 t/año (y 3 de ellas con una producción menor de 15.000 t/año).

Si se consigue tirar de la demanda de este tipo de combustible con la instalación de muchas calderas o sigue aumentando su consumo en territorios limítrofes podría ser viable el desarrollo de una planta de fabricación de pellets en Teruel y habría potencial que no cubriría las empresas actuales.

3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 El proceso para la producción del pellet

Proceso de fabricación. La pelletización se caracteriza por aplicar presión a un material, lignocelulósico, a través de una serie de rodillos ubicados en una matriz metálica la cual posee agujeros de salida (en torno a 6mm). La presión de los rodillos y el rozamiento de la materia prima contra la matriz causa un calentamiento y aglomeración del material sin necesidad de ningún aditivo. La lignina será el pegamento de unión dando la compactación, brillo y consistencia del pellet. A la salida de la matriz hay cuchillas que cortan el material a la longitud deseada. De forma general los procesos básicos y maquinaria empleada para el proceso de producción del pellet son los siguientes:

1. Almacenamiento y criba de la madera
2. Adaptación del tamaño inicial de la materia prima
3. Transporte del material a las distintas máquinas:
4. Secadoras
5. Producción de pellet, pelletización.
6. Enfriado
7. Cribado y seleccionado
8. Empacado y almacenado en los distintos formatos de comercialización.

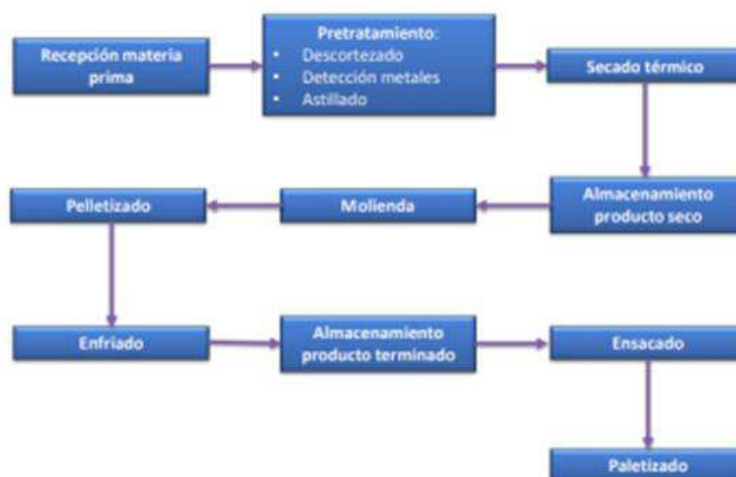


Gráfico 2. Diagrama del proceso productivo.

3.2 Recepción de la materia prima

Se consideran materias primas tanto las provenientes de monte o campo que llevarán un proceso más complejo como los residuos de la industria de la madera que son de gran interés por su calidad como son: el aserrín, viruta y astilla provenientes de aserraderos seleccionados. Dado que el proceso de pelletización es continuo, se requiere de un nivel de stock tal que permita atenuar las posibles contingencias logísticas.

Es importante que la biomasa se encuentre almacenada bajo techo o protegida de la lluvia principalmente para evitar la exposición a factores climáticos que eleven el contenido de humedad.

Los camiones de materia prima serán pesados en básculas de camiones a la entrada de la planta para contabilizar los kilogramos de materia prima que son introducidos en fábrica. Dichos camiones de materia prima descargarán a una nave de almacenamiento que estará organizada y dividida según materia prima; además de estar debidamente separada por pasillos que proporcionará maniobrabilidad a la pala cargadora encargada del traslado de materia prima desde el almacén hasta una tolva inicial del proceso que alimenta a una cinta transportadora. Ésta posee un eliminador de impurezas magnético para evitar así que se introduzca cualquier elemento metálico que pueda afectar al resto del proceso o dañar cualquiera de los equipos posteriores. Si la materia prima es demasiado grande para poder astillar directamente, la planta dispone de una trituradora) que descarga a la misma cinta que la tolva inicial anteriormente mencionada La cinta descargará las astillas húmedas sin metales ($\approx 40\%$ Humedad) en la tolva de alimentación de la astilladora.

3.3 Actuaciones de acondicionamiento de la materia prima.

Cuando la materia prima húmeda no presenta las características de tamaño deseable es introducida en una astilladora; el material es empujado contra el tambor y es astillado con ayuda de sus cuchillas. La velocidad de la astilladora puede ser controlada y modificada por el operario. Se trabajará hasta conseguir el tamaño ideal de 5mm en las astillas.

La madera empleada para la fabricación no puede contener ninguna partícula metálica que pueda interferir en el proceso de fabricación y debe tener un tamaño fino y uniforme para poder ser empleado en la máquina pelletizadora sin provocar daños en los rodillos y obstrucciones en los orificios de la extrusora. No obstante cuando parte de los materiales a emplear pudieran llevar materiales metálicos obligarán a ubicar instrumental que permita extraer y separar los materiales de naturaleza metálica.

El tamaño del pellet y por tanto de la partícula de materia prima afecta a la capacidad de producción, al desgaste de la maquinaria y al consumo eléctrico. Cuanto mayor sea la medida del producto final aumentará su capacidad

considerablemente, de igual modo se reducirá el desgaste de la maquinaria y el consumo eléctrico empleado. Sin embargo, para uso doméstico es necesario una buena calidad y por tanto el tamaño debe ser menor. La materia prima proviene del monte en forma de astilla o se astillará al inicio del proceso en la propia planta con una labor también de descortezado.

El tamaño de la partícula en cualquier caso debe ser menor que la medida de los orificios de la matriz pelletizadora, para evitar la rotura del pellet. El pellet estándar certificado tiene un tamaño de 6 mm por lo que la materia prima triturada deberá tener un tamaño inferior a 6 mm. Para ello se utilizan tamices y las astillas rechazadas podrán destinarse como combustible de la caldera usada para el secado de la astilla hasta el 10% de humedad.

Es necesario eliminar el polvillo sobrante de las astillas puesto que dificulta la cohesión del pellet.

3.4 Transporte del material durante todo el proceso.

Se necesitan tornillos sinfín y cintas transportadoras para transportar la materia prima de un proceso a otro. Los tornillos sinfín con velocidad variable ocupan poco espacio y peso y disponen de un motor de velocidad variable para que se puedan adaptar a la capacidad de producción de fabricación de pellet y en caso de que se modifique en un futuro la capacidad actual se puedan usar sin necesidad de cambiar los motores de accionamiento. En la entrada del tornillo se encuentra un cubo de entrada en el cual hay un vibrador con el objetivo de evitar la acumulación del material y de esta forma se alimente incorrectamente a la pelletizadora. Además, en la salida del tornillo, existe un tramo magnético con el fin de evitar que cualquier material metálico (tornillos, balas de cazadores en la corteza) entre en el sistema. Además, las cintas transportadoras son las responsables de conectar los distintos procesos entre sí.

3.5 Secadora

Pero sin duda alguna la humedad es el factor clave en el proceso para conseguir una buena calidad del pellet por lo que el apartado desecado es muy importante y la conservación posterior de esta baja humedad. Cuanto menor sea la humedad, mayor poder calorífico tendrá el pellet. Sin embargo, es necesario un cierto porcentaje de agua para el proceso de pelletizado para poder conseguir la adecuada cohesión. Por lo que, la humedad debe ser entre 10 y 12%. Algunas materias primas utilizadas en el proceso ya pueden contener dicho porcentaje como los restos de la industria de la madera si se han almacenado correctamente.

La secadora es el equipo junto con la pelletizadora más caro y el que más espacio ocupa en la fábrica. Por ello es un objetivo estratégico de este sector

el intentar reducir la necesidad de secadora ya que de esta forma se ahorraría mucho dinero en energía y por tanto en costes de producción y en espacio. Sin embargo, es esencial que el pellet contenga una humedad a la hora de ser pelletizado del 10 al 12% ya que es el parámetro más importante del proceso y que más hay que controlar puesto que afecta a la calidad del pellet y por tanto al poder calorífico. Por lo que para poder reducir a los niveles adecuados de humedad será necesario realizar alguno de los siguientes métodos:

- Secado natural: consiste en aprovechar la fuente natural solar para reducir la humedad de las astillas en un 25% tras acumularse durante un mes. Por lo que se concluye que no es práctico ni rentable.
- Secado forzado: consiste en aportar calor a través de un flujo térmico pudiendo ser a través de aire o agua caliente para llegar a niveles de humedad deseados. Este tipo de secado se realiza mediante secadores rotatorios conocidos como trommel. Estos equipos reciben la materia prima con niveles de humedad de alrededor de 40-50% o 20-25% dependiendo de si se ha producido un secado natural previo y son capaces de obtener unas astillas con un 10-12% de humedad.

No obstante, la humedad después del secado no puede ser inferior al 10% puesto que en los procesos posteriores de triturado y de pelletizado se llega a perder en torno al 2-3% de humedad. El secado no puede ser el paso previo al pelletizado debido a que si llegan partículas con distintos porcentajes de humedad se reducirán de tamaño proporcionalmente al nivel de humedad y por tanto resultarán partículas con distinto dimensionamiento. Por lo que después del secado se realiza una criba y un segundo triturado para obtener astillas homogéneas

3.6 Triturado

Tras el secado de la madera, todas las partículas deberán ser homogéneas, y por ello se las somete a un triturado, que debe reducir su tamaño hasta un máximo de 3 mm. Posteriormente esta astilla será necesario reducir su tamaño a partículas diminutas mediante una trituradora de martillo antes de su pelletización. La malla de dicha trituradora proporciona el tamaño de partícula deseada. El uso de una trituradora de martillo en vez de una trituradora mixta (realizando proceso de astillado de los troncos enteros y reducción de tamaño a serrín) permite una producción mayor de serrín al poseer mayor número de revoluciones y además en el mismo tiempo un consumo inferior de electricidad.

3.7 Pelletizado

Este proceso consiste en reducir el volumen de las astillas hasta comprimir el material y mediante extrusión obtener un pellet de 6 mm de diámetro y de 25 a 30 mm de longitud. Se debe elevar la temperatura de la astilla triturada a unos 80°C, porque es la temperatura a la que la lignina se funde y puede actuar como un pegamento para la unión dando la apariencia de barnizado. El choque de los rodillos contra la matriz permite la compactación de la materia prima y permite su salida a través de los orificios de la matriz, los cuales tienen un tamaño según la dimensión del pellet que se desea obtener. A la salida de los orificios una cuchilla va cortando los pellets con una longitud de entre 25 y 30 mm. El pellet durante el proceso de prensado alcanza temperaturas de en torno 100°C facilitando la compactación del producto y la densificación. Sin embargo, cuando salen para ser cortados ya poseen 80°C. Al llegar alcanzar temperaturas tan elevadas durante el proceso provoca una reducción de la humedad del 2-3%. Por lo que, al entrar con un 12% de humedad y verse reducido con este porcentaje se obtiene como resultado final un porcentaje de en torno a 9% lo establecido para poder certificar el pellet. La matriz puede ser plana o anular. Prevalece la matriz anular con respecto a la plana debido a una mayor capacidad de producción y un menor y más proporcionado desgaste de la plantilla puesto que el rodillo comprime las astillas por toda la superficie con la misma presión.

3.8 Enfriamiento

El pellet es enfriado en un proceso continuo dentro de una cámara de intercambio en la cual circula aire frío, que abandona esta etapa del proceso con una temperatura comprendida entre 90-95 grados. El enfriamiento se realiza mediante la introducción de aire forzado por ventiladores tanto en la tolva donde se almacena el producto final después de la pelletización como a la salida de la extrusora para conseguir las características adecuadas.

Este proceso de enfriamiento debe realizarse en forma de shock térmico para lograr la consistencia previa a ser almacenados. En caso contrario, existirá un alto nivel de desaprovechamiento dada la condición de fragilidad que posee el pellet al momento de abandonar el pelletizador.

3.9 Tamizado/cribado y clasificado

Tras el pelletizado y el enfriado, los pellets pasarán por una criba justo antes de su envase. Esto se debe a que, tras los procesos citados anteriormente, pueden existir partículas que no se hayan compactado de forma adecuada, o que se hayan roto durante el enfriado o en la propia cinta transportadora.

Estos restos mal compactados o rotos, que no pasen la criba, serán reconducidos mediante un tornillo sinfín al molino anterior a la prensa, previamente habrá que inyectarles agua para aumentar su humedad. Es importante la supresión de este polvo tanto para poder asegurar una buena calidad del producto como para no causar posibles daños a los equipos de combustión.

3.10 Control de calidad. Certificación

El producto obtenido debe cumplir varias especificaciones técnicas que aseguren su calidad y eficiencia como combustible. Además de la longitud y diámetro, los pellets también se someten a una serie de pruebas y tests para cuantificar o designar su durabilidad mecánica, su porcentaje de finos, su densidad aparente, su contenido máximo de humedad y cenizas, los valores energéticos (PCI – Poder Calorífico Inferior) y el porcentaje de aditivos.

La certificación para pellets de madera destinados a un uso térmico indicada por la AVEBIOM (Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa) y respaldada por la entidad AENOR se denomina ENplus y constituye una prueba de que el producto cumple con los parámetros internacionales de calidad y especificaciones técnicas, así como los estándares impuestos por la normativa europea más reciente de biocombustibles sólidos pellets (ISO17225-2). La aplicación de esta certificación facilita a la empresa la supervisión del producto y agiliza el proceso de comercialización a través de un procedimiento sistemático, optimizado y simplificado de verificación ajustado a los valores normalizados.

Los beneficios de la obtención por parte de una empresa de una certificación con reconocimiento internacional son: la facilidad de apertura de nuevos mercados (tanto dentro del marco nacional como en el mercado europeo e incluso internacional), la diferenciación positiva de la competencia (a través de una marca y un reconocimiento de esta), la garantía de calidad homogénea, técnica y estandarizada del producto a ojos del consumidor de pellets y la seguridad del comportamiento y durabilidad del producto durante la combustión (seguridad del combustible).

3.11 Empacado y almacenado en los distintos formatos.

Después de ser enfriados los pellets se envasarán de forma semiautomática en sus diversos formatos. Una gran saca colocada en la envasadora irá distribuyendo y surtiendo a los sacos de 15 kg mediante el pulsado de un botón y una báscula. El producto final va a ir dirigido principalmente a uso doméstico por lo que el formato que prevalece por un 90% es el saco de 15 kg. Además, también se comercializa el pallet con 72 sacos de 15 kg y las bigbags con 1000 kg. Posteriormente, los sacos se irán almacenando en pallets en un lugar destinado y adecuado de la planta hasta su futura venta.

Es esencial que la parte de la fábrica dedicada al almacenamiento del producto final mantenga las condiciones de temperatura y de humedad necesarias para una buena conservación del producto y por tanto asegurar una buena calidad del mismo.

3.12 La comercialización

El pueden comercializarse de 3 formas:

- **A granel:**

Este tipo de comercialización está destinada a consumidores que dispongan de espacio para el silo, de obra o textil. El proceso de carga y descarga se realiza por medio de camiones cisterna. Puede ser o con piso móvil o presurizado. Se utiliza cuando no se puede recurrir a la astilla en caso de consumidores de cierta entidad pues con astilla es mucho más viable.

Con este sistema de comercialización, los precios son más económicos ya que no hay ningún gasto de envasado (el precio del consumidor sería aproximado es de 0,15 €/kg 150 €/ tonelada).

- **En Big Bag:**

Destinado a consumidores, los cuales posean maquinaria capaz de mover este tipo de formato de suministro. No es muy habitual.

El tamaño de estas bolsas las encontramos desde 500 kg, hasta 1.000 kg. El transporte es sencillo y económico (el precio aproximado para el consumidor es de 0,31 €/kg si bien se podría reducir a entre 0,24-0,28 €/kg). Se transportará en camiones que dispongan de grúa o cargador.

	211,75 + GASTOS DE ENVÍO		1100 kg Madera de Pino Calidad En Plus A1
	322,00 (Envío incluido)		Fabricante: Burpellet 1000 KG Calidad En Plus A1
	299,00 + GASTOS DE ENVÍO		1050 kg Calidad En Plus A1
	186,34 + GASTOS DE ENVÍO (≈100€)		1000 kg Calidad En Plus A1

Tabla 1 Ejemplo de valores de precio al público del pellet en Big Bag.

- **En *small bags* o sacos:**

Este tipo de comercialización es el más extendido en la actualidad para el consumo de pellets, ya que está destinado a las instalaciones de pellets de viviendas unifamiliares o pequeñas comunidades de vecinos siendo lo habitual su distribución en sacos de 15 kg. La venta se suele realizar de varias formas. Lo más habitual es realizarla de cada saco de forma unitaria. Sin embargo, se aprovecha el embalaje en palés para realizar la venta. Generalmente se apilan entre 70 y 75 sacos por palé (aunque en algunas ocasiones es inferior), lo que supone unos 1100 kg de producto. Estos palés se pueden adquirir por cuantías económicas más rentables si se atiende al precio por saco.

(el precio de su venta individual es de alrededor de 0,36 €/kg, si se compran a gran escala su precio pueden disminuir hasta los 0,28 - 0,32 €/kg para el consumidor).

Valores de P.V.P de Palés de Sacos de Pellet de 15kg (Distribuido por LEROY MERLIN)			
			
Descripción del producto	Precio (€)	Precio por saco (€)	
½ Palé NATURPELLET PLUS-A1 35 U	190,00	5,42	
1 Palé NATURPELLET PLUS-A1 70 U	315,00	4,50	
X5 Palés NATURPELLET PLUS-A1 350 U	1490,00	4,25	
X10 Palés NATURPELLET PLUS-A1 700 U	2795,00	3,99	
X23 Palés NATURPELLET PLUS-A1 1610 U	5795,00	3,59	
Valores de P.V.P del Palé de Pellet en otros distribuidores			
Establecimiento/Distribuidor	Big-Bag	Imagen	Características técnicas
	210,54 + GASTOS DE ENVÍO		Palé de 60 sacos 900 kg Calidad En Plus A1

Tabla 2. Ejemplo de precios de venta al público para sacos de 15 kg

Los precios incluidos son orientativos y dependen de la calidad del pellet, del volumen de producción de la planta y de otros factores económicos y geoestratégicos.

En cuanto a la venta, se destacan las siguientes modalidades posibles:

- Venta online.
- Venta telefónica.
- Venta física.
- Red de distribución externa (se hace fundamental una red de comerciales al respecto).

4 INSTALACIONES DE LA PLANTA

4.1 Localización

Se trata de un aspecto fundamental dado que permite ser más o menos competitiva y tener más o menos costes.

Debe basarse en dos criterios:

- Zona que permita un aprovisionamiento de la materia prima que minimice los costes de traslado.
A este respecto debe tenerse en cuenta el tipo de materia prima, buscando siempre los restos de madera de mayor calidad.
- Zona que permita disminuir los costes asociados a la venta, es decir, próximo a potenciales clientes.

Debe seleccionarse un emplazamiento dónde el balance de densidad demanda-generación sea el menor posible y que el aprovisionamiento de la biomasa seleccionada a la central sea lo más simple posible.

Para ello debe llevarse a cabo una evaluación multicriterio, estableciendo muy bien los criterios críticos y cuál es la importancia o peso de cada uno de ellos.

En base a ello debe determinarse la localización más idónea de la planta.

No obstante, se considera que el primer criterio prima sobre el segundo dado que los diferentes tipos de empaquetado (destacando las bolsas de 15 kg para consumo doméstico) facilitan en gran manera el transporte hasta el usuario final.

4.2 Dimensionamiento

Para alcanzar la producción final buscada sería necesario de entre 37.000 toneladas verdes/año a una humedad media de entre el 40 y el 50% que es lo que necesitamos para producir unas 20.000 toneladas al 10% de humedad para la producción pellet. La cantidad final depende mucho de la calidad de la astilla y la necesidad también de emplear parte de ella para el proceso de secado por su quema con caldera.

4.3 Instalaciones

La planta de pelletizado debe constar de:

- Zona de almacenamiento.

Teniendo en cuenta que, a lo largo del proceso, existen diferentes etapas de almacenamiento (materia prima, producto seco, producto final para distribución, etc.).

El almacén de la madera puede efectuarse bajo cubierta metálica sustentada por cuatro pilares también metálicos de una superficie de unos 800 m².

- Zona de logística y producción.
- Zona de oficinas.

Dichos gastos son los siguientes:

Coste de obra civil que constará los siguientes inversiones:

• Nave cubierta de 800 metros cuadrados	220.000 €
• Vallado perimetral	35.000 €
• Oficinas e instalaciones personal y laboratorio	102.000 €
• Instalación eléctrica y fontanería	38.000 €
• Sistema de almacén de palets en altura	23.000 €
• Costes de urbanización del terreno	55.000 €
Total	473.000 €

4.4 Maquinaria

La planta requerirá de la siguiente maquinaria:

- Báscula de camiones
- Descortezadora de madera opcional.
- Astilladora fija si se hace en planta.
- Trituradora de molido en seco.
- Sistema de tolvas y cintas transportadoras
- Caldera de biomasa
- Secadora de banda tromel o tambor.
- Filtro de mangas

- Equipo de mezclado.
- Máquina de Pelletización.
- Sistema de Refrigeración.
- Tamizador.
- Sistemas de transporte interno.
- Envasador Big Bag
- Empaquetadora de sacos de pellet.

Para su presupuesto en principio se cuenta con adquirir maquinaria de primera mano pero también está la opción de conseguir maquinaria en buen estado de segunda mano por lo que se ha considerado un valor medio entre ambas.

EQUIPO	UNIDADES	Precio unitario	PRECIO (€)
Pala cargadora de 2 mano	1	60.000 €	60.000 €
Retroexcavadora 2 mano	1	50.000 €	50.000 €
Báscula de camiones	1	13.500 €	13.500 €
Trituradora	1	26.000 €	35.000 €
Tolvas	3	1.400 €	5.200 €
Detector de metales	1	5.500 €	5.500 €
Descortezadora de madera	1	33.200 €	33.200 €
Camión para transporte (2 mano)	1	45.000 €	45.000 €
Máquina astilladora	1	16.500 €	16.500 €
Molino de afinamiento	1	57.000 €	57.000 €
Filtro de mangas	2	17.000 €	34.000 €
Mezclador	1	21.000 €	21.000 €
Prensa de pelletizado	1	85.000 €	85.000 €
Caldera de biomasa	1	330.000 €	330.000 €
Secadero tromel /tambor	1	120.000 €	120.000 €
Enfriadora	1	22.000 €	22.000 €
Tamizador	2	24.000 €	24.000 €

Cintas transportadoras	12	4.200 €	50.400 €
Empaquetadora de sacos de pellet	1	26.400 €	26.400 €
Equipo de embalaje Big Bag	1	22.000 €	22.000 €
Otros artefactos auxiliares	1	80.000 €	80.000 €
Carretillas industriales	2	15.000 €	30.000 €
Camión de reparto 2 mano	1	56.000 €	56.000 €
Furgonetas de reparto y de empresa	2	35.000 €	70.000 €
TOTAL			1.291.700 €

Tabla 3: Relación y presupuesto de maquinaria de la planta de producción de pellets.

Para el presecado de la materia prima para la posterior fabricación del pellet se podría emplear el calor residual que se produciría en una central de cogeneración que se construiría en paralelo a estas instalaciones de producción de biomasa. El coste de este calor ya se estimó en el negocio anterior. Es muy importante considerar esta sinergia sino a esta instalación habría que añadirle una potente caldera (con un coste de entre 300.000 y 400.000 euros) a la instalación para garantizar este secado de la astilla previo a la pelletización. El combustible para este presecado sería el propio material rechazado en los tamices que se quemaría en la propia planta.

4.5 Personal fijo

El personal de la nueva planta será el menor posible, ya que intentaremos que los procesos estén lo más automatizados posibles. Contaremos también con la colaboración de parte de personal de la central de biomasa, en aquellos momentos en que sea posible y necesario. En la relación de personal necesaria para el funcionamiento de la nueva planta, determinamos que deben existir 3 personas en todo momento:

- 1 encargado de la pala cargadora para suministrar la materia prima en el proceso, además auxiliar y ayudar al encargado del puesto de control.
- 1 encargado de las carretillas de transporte, así como el encargado de colocar los sacos en los pallets, y su posterior almacenaje en el almacén destinado a este cometido.
- 1 encargado de estar en el puesto de control para asegurar el buen funcionamiento de toda la maquinaria.

Con este nivel de personal y acorde a la producción pronosticada la fábrica deberá trabajar a flujo continuo las 24 horas del día ya que la pelletizadora puede fabricar 2,75 ton/h de media. En el caso de la planta de astillado se trabajará en un turno de 8 horas al día. Por lo que en plantilla tendremos 12 peones, los cuales podrán trabajar los 7 días de la semana teniendo 2 días de descanso a la semana.

- 1 Gerente que se dedicará a planificar la producción, hacer cumplir las especificaciones del producto que fabricamos y hacer cumplir todas las normativas de seguridad y conseguir los rendimientos necesarios para garantizar la rentabilidad de la empresa.
- 1 administrativo que se encargara de llevar los contratos con los clientes captados y se encargara de los balances económicos, cuentas de explotación, nóminas, relación con la administración, pase de información a la gestoría, etc.

Debido a la planificación establecida la fábrica permanecerá a pleno rendimiento durante 11 meses, el mes restante será el mes de vacaciones para todos los empleados.

5 ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA

5.1 Inversión inicial en instalaciones, maquinaria y puesta en marcha.

La mayor inversión se realizará en la compra de la maquinaria descrito anteriormente, se deben incluir otra serie de gastos, algunos directamente relacionados con la maquinaria y otros no, para determinar la inversión inicial del proyecto.

Dichos gastos son los siguientes:

Costes de transporte, montaje, instalación y puesta en marcha de la maquinaria necesaria. (35% del coste de maquinaria)

Formación del personal (4% del coste maquinaria).

INVERSIÓN INICIAL	
Maquinaria	1.291.700 €
Transporte, montaje, instalación y puesta en marcha	452.096 €
Formación de empleados	51.688 €
Obra civil e instalaciones	473.000 €
Licencias y permisos	74.000 €
TOTAL	2.343.484 €

Tabla 7: Inversión inicial.

5.2 Gastos de personal directo e indirecto.

Una vez definido en apartados anteriores la carga de personal necesaria para el correcto funcionamiento de nuestra esta es la relación de gastos por cada puesto de trabajo:

- Peones:

Trabajan 5 días a la semana durante las 52 semanas del año, lo que da un total de 260 días laborables. El sueldo de estos trabajadores lo estimamos en 12 €/h. Y se ha de tener en cuenta que trabajan en turnos de 8h y como mínimo estarán dos en planta trabajando.

- **Administrativo:**

Trabaja 5 días a la semana durante las 52 semanas del año, que da un total de 260 días laborables. El sueldo de este trabajador lo estimamos en 14 €/h. Solo trabaja en un turno de 8 horas.

- **Gerente:**

Trabaja 5 días a la semana durante las 52 semanas del año, que da un total de 260 días laborables. El sueldo de este trabajador con mucha responsabilidad y conocimiento lo estimamos en 16 €/h.

	Nº de empleados	Precio/hora (€/h)	Horas	Días	Salario anual
Peón	12	12	8	260	299.520 €
Gerente	1	20	8	260	41.600 €
Administrativo	1	14	8	260	29.120 €
TOTAL					370.240 €

Tabla 8: Gastos de personal fijo de la empresa.

Otros gastos de personal a externalizar.

- Empresa de marketing que lleve toda la campaña anual de promoción, gestión de la web y redes sociales, ofertas, personal de ventas y atención al cliente, etc 42.200 €
- Servicio de limpieza de instalaciones dos días a la semana. 7.300 €
- Gestoría y costes administrativos externos 10.900 €
- Servicios de Ingeniería y control técnico 16.500 €
- Total 76.900 €**

5.3 Otros gastos para el funcionamiento de la planta

5.3.1 Gasto anual de electricidad

Del estudio de varios proyectos de plantas de pelletización que se han podido consultar nos sale de forma general un consumo eléctrico medio que se sitúa entre 9,5 y 10 Euros por tonelada de pellet producido.

Coste energético pellet= 9,75 € x 20.000 Toneladas = 195.000 €

Dado el importante consumo eléctrico será interesante considerar la posibilidad de poner placas solares en la proximidad o como se ha comentado situar esta planta de producción unida a una planta de cogeneración eléctrica para garantizar el suministro ventajoso de electricidad y calor.

5.3.2 Gasto anual de gasoil

Del estudio de varios proyectos de plantas de pelletización que se han podido consultar nos sale de forma general un consumo de gasoil que se sitúa en unos 5 Euros por tonelada de pellet producido. Este consumo lo hace tanto el camión de transporte de materia prima, como las furgonetas o camiones de reparto, los vehículos de empresa y especialmente el consumo de la astilladora, trituradora y descortezadora que trabajan con gasoil.

Coste energético producción pellet= 5 € x 20.000 Toneladas = 100.000 €

Coste de gasoil del transporte y comercialización de los pellets. Se estima en unos 4,3 Euros por tonelada el coste de esta partida para una venta relativamente próxima a mayoristas o incluso a consumidores finales.

Coste energético transporte y comercialización = 4,3 €/ton x 20.000 Toneladas = 86.000 €

Gastos varios

Gastos de mantenimiento de maquinaria y repuestos:

Según a las empresas a las que hemos consultado el gasto de mantenimiento es cercano al 3,6 % del coste de maquinaria, por lo que para nos conlleva un gasto de 46.501,20 €.

A ello hay que sumar unos 14.000 € anuales que se considera de media es necesario gastar en repuestos principalmente de cuchillas que tienen mucho desgaste, etc.

En total se estima en 60.501,20 el coste anual.

Gasto en electricidad, agua y acondicionamiento de oficinas y almacenes:

Calculamos que estará en torno al 8 % del gasto eléctrico destinado a la maquinaria, por lo que nuestro gasto es de **15.600,00 €**.

Gastos de oficina y seguros:

Estimamos unos gastos de oficina de unos 10.700 € y el gasto de un seguro multiriesgo tras consultar de, en torno a los 10.500 € al año. Haciendo un total de gastos de 21.200 €.

Gastos de certificación:

Es importante en los pellets contar con una certificación independiente que garantice la calidad del producto. Esto tiene un coste fijo de unos 3.200 Euros a lo que hay que sumar un coste de 0,15 € por tonelada de producto.

Coste = 3.200 € + 0,15€/ton x 20.000 Ton)= 6.200 €

Gastos de las instalaciones y maquinaria a amortizar y financiar a 15 años:

Tomando unas necesidades de financiación de unos 2.600.000 €, a devolver en 15 años, supone un gasto anual 175.000 €, contando un interés anual del 7% tendríamos un gasto anual de 185.500 € durante los 15 primeros años desde el inicio de la actividad.

Gastos materia prima:

Con los cálculos anteriormente efectuados nuestra demanda anual de materia prima será de unas 37.000 toneladas verdes/año. Teniendo en cuenta que el precio en la actualidad de la tonelada de astilla se encuentra entre los 40 y 50 € el gasto estimado de materia prima será de unos 1.665.000 €/año.

Gastos en envases y embalajes:

Suponiendo una producción mayoritaria de sacos de pellets de aproximadamente el 70% de la producción y el resto en big bag principalmente. Tendríamos un coste anual de unos 45.000 euros en envases y de 25.000 euros en sacas. En total unos 70.000 Euros anuales.

Gastos varios:

Se ha considerado dejar unos 16.000 Euros anuales de costes extra que pueden surgir por averías inesperadas, disfuncionalidades en el operativo, incremento de los desplazamientos para venta del producto, etc.

5.3.3 Resumen de costes de producción

A continuación, mostramos la tabla de recopilación de todos los gastos estudiados anteriormente:

TOTAL GASTOS	
Gastos de personal propio	370.240 €
Gastos de servicios de personal externos	76.900 €
Gastos de electricidad	195.000 €
Gastos en gasoil	186.000 €
Gastos de mantenimiento de maquinaria y respuestos	60.501,20 €
Gastos en electricidad, agua, acondicionamiento	15.600 €
Gastos de oficina y seguros	21.200 €
Gastos de certificación	6.200 €
Gastos en financiación maquinaria, instalaciones y puesta en marcha de la planta.	185.000 €
Gastos en materia prima	1.665.000 €
Gastos en envases y embalajes	70.000 €
Gastos varios	16.000 €
TOTAL	2.867.641,20 €

Tabla 10: Resumen de gastos.

5.4 Análisis de ingresos

El precio de venta que estimamos es de venta en planta para grandes consumidores y distribuidores:

- Precio de venta de pellet de mayor categoría envasado en saco: 170/220 €/tonelada.

El precio planta, siendo conservadores lo vamos a colocar en el intervalo inferior pues si no hay consumo próximo se deberá destinar a exportación o venta a cierta distancia y existe competencia. Se estima que un 40% de la producción anual estimada se puede destinar a este producto de mayor calidad y venta en sacos. Son por tanto unas 8.000 toneladas/año de pellets el ingreso estimado será:

$$(8.000 * 185) = 1.480.000 \text{ €/año}$$

Cabe destacar que estos ingresos se podrán producir por la venta de nuestros productos tanto en el ámbito nacional como en ámbito europeo. En el caso del ámbito europeo, los pellets tendrán un menor valor por que se comerá el transporte gran parte de su valor

En el caso de la venta de pellets de menor calidad y distribuidos a granel o en big bag generalmente el precio del pellet en planta se debería reducir a unos 150 Euros por tonelada. Se ha estimado que un 60% de la producción se podría comercializar a este precio medio siendo conservadores.

Ingresos = 12.000 x 150 = 1.800.000 Euro/año.

Ingresos totales 3.280.000 Euro/año

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la cuenta de resultados se ha considerado el momento en el que la planta esté trabajando a tope. Como eso difícilmente será posible desde el primer momento los márgenes de beneficios pueden verse muy afectados en la evolución de la planta a esa máxima producción. La rentabilidad de la planta es dudosa pues si no alcanza unas salidas garantizadas del producto altas desde el primer momento y dada la carestía de la maquinaria se trata de una inversión difícilmente escalable. Es por ello una apuesta empresarial con cierto riesgo que solo puede ser llevada a cabo por empresas del sector y con una gran solvencia para absorber los primeros años de despegue de las ventas.

Sería muy interesante que esta planta estuviera asociada a una planta de cogeneración para aprovechar el calor residual para el proceso de secado de la astilla e incluso para tener asociada a la misma el consumo eléctrico.

Pero se ha podido observar que una planta de pellet a pleno funcionamiento y con una adecuada estrategia de producción de combustibles ya sea ensacado, mayor valor añadido, o en big-bag o a granel con distintas categorías puede tener una rentabilidad interesante. Pero va a necesitar un amplio apoyo administrativo y de garantías de suministro de materia prima para su funcionamiento durante por lo menos 15 años.

Es interesante y viable tanto técnica como económicamente pero especialmente medioambientalmente si está adecuadamente diseñada para colaborar en promover la gestión sostenible de nuestras formaciones arboladas turolenses que tanto lo necesitan. Es, creemos, este último aspecto el que podría justificar el destinar ayudas al desarrollo de estos proyectos porque pueden dinamizar de forma importante al sector forestal y con ello generar actividad y lo que es más importante una mejora de la protección de estas formaciones frente a incendios y plagas y una mejora también de la calidad maderera y mediambiental de las formaciones aclaradas.

Es muy interesante disponer de varias empresas que nos puedan proveer de materia prima de la forma más constante posible para no verse seriamente perjudicado por una dependencia excesiva para el aprovisionamiento de una o pocas empresas en una proporción importante de las necesidades. Se debe asegurar el aprovisionamiento y con una materia con la menor heterogeneidad posible y de alta calidad por la producción enfocada al pellet de esta planta.

Si dentro del negocio se quiere apostar fuerte por el transporte desde planta al consumidor se deberá contar con un gran número de consumidores relativamente próximos que nos garanticen unos consumos continuos para varios años preferiblemente. En este sentido es muy interesante el trabajar de forma solidaria y complementaria con empresas de servicios energéticos, instaladores de calderas o tener importante contratos de suministro con

instituciones, granjas, industrias, etc. Para el transporte del producto si en los primeros años no hay un gran volumen de material a distribuir se podrá empezar trabajando, como en otras labores, mediante el recurso a la externalización de este servicio.

Para ser competitivo se deberá estar atento a la evolución de los precios de otros combustibles y de la competencia para no perder cuota de mercado y estar atentos a las tendencias y al funcionamiento de los distintos canales de distribución.

El proceso productivo es tecnológicamente sencillo y de funcionamiento muy estandarizado por lo que permite regular en cada momento la producción y ajustarla a la demanda para adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado cuando no dispongamos de un porcentaje importante de clientes fijos.

7 BIBLIOGRAFÍA

Belén, J., Gostuki, L., Lucila, M., Rodríguez, M.L., Crosta, P. (2017). *Instalación de una planta de pellets de madera*. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

Fernández Salgado, J. (2010). *Guía completa de la biomasa y los biocombustibles*. 1ª edición. Publicación: A. Madrid Vicente, ediciones.

López, C. (2017). *Ingeniería Industrial – Proyecto Final de Carrera: Estudio de viabilidad de un centro productivo para valorización de biomasa y residuos forestales*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.

Sánchez, M. (2017). *Ingeniería Química – Trabajo Fin de Grado: Planta de producción de pellets*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla.

Sebastián Nogués, F., García-Galindo, D. y Rezeau, A. (2010) *Energía de la biomasa*. Publicación Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Asociación Española de Valoración Energética de la Biomasa:
www.avebiom.org

Energía y economía: www.omie.es

Energylab: www.energylab.es

ENplus Certification: www.enplus-pellets.eu

Heraldo periódico digital: www.heraldo.es/noticias/aragon/teruel

Instituto para la diversificación y ahorro de energía: www.idae.es

Revista Energética: www.energetica21.com

Teruel Pellets: www.teruelpellets.com



ARAGÓN infoenergía



ASIADER

Sierra de Albarracín
ASIADER
TRAMACASTILLA (Teruel)



tierras del moncayo

Tierras del Moncayo
ASOMO
TARAZONA (Zaragoza)



Bajo Aragón
Matarraña
OMEZYMA
TORREVELILLA (Teruel)



Gúdar-Javalambre y Maestrazgo
AGUJAMA
MORA DE RUBIELOS (Teruel)



Campo de Belchite
ADECOBEL
BELCHITE (Zaragoza)



ADRI
Comarca de Teruel
ADRICTE
TERUEL



Bajo Martín y Andorra-Sierra de Arcos
ADIBAMA
ALBALATE DEL ARZOBISPO (Teruel)



Tierras del Jiloca y Gallocanta
ADRI Jiloca-Gallocanta
CALAMOCHA (Teruel)



Unión Europea
FEADER
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Europa invierte en zonas rurales