



 **sucello**

**Impulsando la creación de centros logísticos de
biomasa por la agro-industria.**

**Guía sobre los aspectos técnicos, comerciales, legales y de
sostenibilidad para evaluar la viabilidad de la creación de
nuevos centros logísticos en industrias agro-alimentarias.**



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

- Autores:** CIRCE, Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos
- Editores:** Proyecto SUCELLOG
- Publicación:** © 2016, CIRCE Foundation
C/Mariano Esquillor Gómez 15, Campus Río Ebro
50018 Zaragoza, Spain
- Contacto:** CIRCE, Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos.
sucellog@fcirce.es
Tel.: +34 876 555 511
www.fcirce.es
- Página web:** www.sucellog.eu
- Copyright:** Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta guía puede ser reproducida en cualquier forma o por cualquier medio, con el fin de ser utilizados con fines comerciales, sin el permiso por escrito del editor. Los autores no garantizan la exactitud y / o la integridad de la información y los datos incluidos o descritos en este manual.
- Aviso:** Exención de responsabilidad: La responsabilidad exclusiva del contenido de este manual es de los autores del mismo. No necesariamente refleja la opinión de la Unión Europea. La Comisión Europea no es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Índice

Introducción	6
1. Disponibilidad de materias primas de biomasa	8
1.1. Datos ofrecidos por Proyectos europeos que complementan las bases de datos nacionales sobre evaluación de recursos en biomasa	8
1.1.1. <i>Proyecto Bioraise</i>	8
1.1.2. <i>Basis Bioenergy</i>	10
1.1.3. <i>Proyecto SUCELLOG</i>	11
1.2. Temporalidad de los recursos de biomasa agraria.....	13
1.3. Evaluando la disponibilidad de biomasa a escala local: entrevistas con actores relevantes.	14
1.4. Cadenas logísticas en recursos de biomasa	17
1.4.1. <i>Tecnologías existentes para la recogida de poda</i>	17
1.4.2. <i>Experiencias en el manejo de podas</i>	19
2. Mercado de biomasa sólida	22
2.1. Criterios de calidad.....	22
2.1.1. <i>Propiedades típicas de las biomasa:</i>	22
2.1.2. <i>Formatos de biomasa sólida</i>	24
2.1.3. <i>Propiedades a cumplir por los productos de biomasa sólida respecto a la calidad</i>	25
2.1.4. <i>Etiquetado de biomasa agrarias sólida</i>	26
2.2. Recomendaciones al introducir un nuevo combustible en el mercado	27
2.3. Plantilla para entrevistar consumidores potenciales respecto a los requisitos demandados de calidad	30
2.4. Lista de equipos de combustión para biomasa sólida de origen agrario	31
2.5. Recomendaciones sobre los contratos de suministro de biomasa	33
3. Evaluación de las instalaciones de producción.	38
3.1. Precios de los equipos	38
3.2. Referencias en producción y costes de mantenimiento.	39
3.3. Chequeo en la evaluación de riesgos cuando se produce biomasa sólida.....	41
4. Evaluación de la sostenibilidad ambiental de un nuevo proyecto	44
4.1. Evaluación del ahorro de emisiones de gases de efecto invernaderos	45
4.2. Límites de emisión para la combustión de biomasa sólida	46

Lista de Tablas

Tabla 1: Productores y agentes considerados en el proyecto Bioraise.	9
Tabla 2. Ejemplos de las opciones y los cálculos que la herramienta Bioraise puede proporcionar para residuos agrícolas	10
Tabla 3. Ejemplo de las opciones y cálculos que la herramienta Bioraise puede proporcionar para subproductos industriales	10
Tabla 4. Disponibilidad mensual de los recursos.	13
Tabla 5. Resumen de las tecnologías existentes en Europa	17
Tabla 6. Resumen de maquinaria de recogida disponible en Europa (y Canadá), número de modelos (proyecto Europruning).....	18
Tabla 7. Poder calorífico y contenido de cenizas de diferentes recursos de biomasa.	22
Tabla 8. Propiedades de pellets de Madera acorde a ISO 17.225-2 y el sello ENplus.....	25
Tabla 9. Propiedades de pellets no leñosos (incluidas mezclas de pellets) de acuerdo a ISO 17.225-6.....	25
Tabla 10. Propiedades de astilla de Madera de acuerdo con ISO 17.225-4.....	25
Tabla 11. Propiedades de hueso de aceituna de acuerdo con el sello de calidad BiomaSud.....	25
Tabla 12. Propiedades de cáscara de frutos secos de acuerdo con el sello de calidad BiomaSud	25
Tabla 13. Principales parámetros de caracterización de un combustible.....	28

Tabla 14. Recomendaciones sobre el rendimiento de la combustión	29
Tabla 15. Maquinaria de secado habitual y compatibilidad con distintos recursos por su formato.	38
Tabla 16. Precios de equipos	39
Tabla 17. Porcentajes de mantenimiento, VDI 2067 (Biomass Trade Centre Project)	40
Tabla 18. Datos sobre costes de operación y mantenimiento (O&M) de los diferentes componentes logísticos (S2Biom project)	41
Tabla 19. Lista de chequeo de medidas preventivas y de protección	42
Tabla 20. Límites de emisión en plantas >50 MW _{térmicos}	46
Tabla 21. Límites de emisiones para instalaciones de 1-50 MW _{térmicos}	46
Tabla 22. Límite de emisiones para plantas < 500 kW _{térmicos}	47

Lista de Figuras

Figura 1. Aspecto visual a escala regional, incluyendo leyenda y símbolos (e.g: alrededores de Coimbra), (Bioraise project)	9
Figura 2. Selección de un radio de 20 km alrededor de una ciudad (e.g: Lérida) (Bioraise project)	9
Figura 3. IZQUIERDA: Plantas de bioenergía. CENTRO: Otros agentes relacionados con la astilla de madera. DERECHA: Cobertura Forestal (BasisBioenergy project)	11
Figura 4. Exploración del Mercado para el biogás en una región de Austria (BasisBioenergy project)	11
Figura 5. Regiones estudiadas en el proyecto SUCELLOG	12
Figura 6. Residuos de biomasa disponibles, Aragón región	12
Figura 7. Localización de la biomasa disponible y de las agro-industrias en la región de Aragón.....	13
Figura 8. Ejemplo para la valoración de recursos – entrevista al agricultor	15
Figura 9. Plantilla para la evaluación de recursos – entrevista a un operador logístico.	16
Figura 10. Esquema de la cadena logística en Serra	20
Figura 11. Ejemplo Serra. (Izquierda) Triturado (Derecha) Almacenamiento	20
Figura 12. Ejemplo ayto. Serra. (Izquierda) Peletizado (Derecha) Caldera de pellets	20
Figura 13. Esquema de las diferentes cadenas logísticas alternativas en el caso de Pellets de la Mancha	21
Figura 14. (Arriba) Almacenamiento de podas (Abajo izquierda) Transporte a la planta (Abajo derecha) Instalación de ensacado en bolsas de 15 kg.	21
Figura 15. (Izquierda) etiqueta de certificación general, (centro) etiqueta de certificación específica, (derecha) etiqueta de certificación para las clases A/B	26
Figura 16. Plantilla para la evaluación del mercado-entrevista a un consumidor de biomasa solida	31
Figura 17. Costes de biomasa incluyendo costes de peletizado y enbriquetado en €/MWh así como las fluctuaciones de precios en madera y combustibles fósiles (MixBioPells project)	40
Figura 18. Directorio de la biomasa sólida evaluada a través de la herramienta (Proyecto Biograce II)	45
Figura 19. Resultados de un ejemplo para pellet de paja: 87% en reducción de emisiones GEI para ambas generaciones eléctrica y térmica (proyecto Biograce II).....	46

Reconocimientos

Este documento fue elaborado en el marco del proyecto SUCELLOG (IEE / 13/638 / SI2.675535), apoyado por la Comisión Europea a través del Programa de Energía Inteligente (IEE). Los autores desean agradecer a la Comisión Europea para el apoyo del proyecto SUCELLOG, así como los co-autores y colaboradores SUCELLOG por su contribución a este Manual.

Proyecto SUCELLOG

El proyecto SUCELLOG - Triggering the creation of biomass logistic centres by the agro-industry (Impulsando la creación de centros logísticos de biomasa por la agroindustria) – pretende extender la participación del sector agrario en el suministro sostenible de biocombustibles sólidos en Europa. SUCELLOG se centra en un concepto de logística casi sin explotar: la implementación de centros logísticos en la agroindustria como complemento a su actividad habitual evidenciando la gran sinergia existente entre la economía agrícola y la bioeconomía. Más información sobre el proyecto y los socios participantes en www.sucellog.eu.

SUCELLOG Consorcio:



CIRCE: Centro de investigación de recursos y consumos energéticos.
Eva López - Daniel García –Fernando Sebastián: sucellog@fcirce.es



WIP: WIP - Renewable Energies
Dr. Ilze Dzene: Ilze.Dzene@wip-munich.de
Cosette Khawaja: cosette.khawaja@wip-munich.de
Dr. Rainer Janssen: rainer.janssen@wip-munich.de



RAGT: RAGT Energie SAS
Vincent Naudy: vnaudy@ragt.fr
Matthieu Campargue: mcampargue@ragt.fr
Jérémy Tamalet: JTamalet@ragt.fr



SPANISH COOPERATIVES: Cooperativas Agroalimentarias de España
Juan Sagarna: sagarna@agro-alimentarias.coop
Susana Rivera: rivera@agro-alimentarias.coop
Irene Cerezo: cerezo@agro-alimentarias.coop



SCDF: Services Coop de France
Camille Poutrin: camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop



DREAM: Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
Enrico Pietrantonio: pietrantonio@dream-italia.net
Dr. Fiamma Rocchi: rocchi@dream-italia.it
Chiara Chiostrini: chiostrini@dream-italia.net



Lk Stmk: Styrian Chamber of Agriculture and Forestry
Dr. Alfred Kindler: alfred.kindler@lk-stmk.at
Tanja Solar: tanja.solar@lk-stmk.at
Klaus Engelmann : klaus.engelmann@lk-stmk.at
Thomas Loibnegger: thomas.loibnegger@lk-stmk.at

Introducción

El proyecto SUCELLOG tiene como objetivo activar la participación del sector agrario en el suministro sostenible de nueva biomasa sólida, centrándose en las oportunidades que tienen las agroindustrias para convertirse en centros logísticos de biomasa. En ese sentido, el proyecto promueve que las agroindustrias diversifiquen su actividad normal y tomen ventaja de dos de sus realidades:

- Algunas agroindustrias tienen un equipo compatible con la producción de biomasa sólida (secaderos, granuladoras, trituradoras, silos de almacenamiento, etc.)
- Las Agroindustrias están acostumbradas al manejo de productos agrícolas y a cumplir con los requisitos de calidad de los consumidores.

A tal fin, SUCELLOG apoya a las agroindustrias a través de una evaluación de sus oportunidades para convertirse en centros logísticos de biomasa, a través de diferentes tipos de actividades. Las asociaciones agrarias miembros del Consorcio SUCELLOG, formadas dentro del proyecto, son las que desarrollan estas tareas con la asistencia directa y las recomendaciones del resto de expertos SUCELLOG. Las cuestiones evaluadas por el proyecto para las industrias agrarias son:

- La disponibilidad de recursos de biomasa y las posibles cadenas logísticas para asegurar el suministro de materia prima.
- Segmentación de consumidores de biomasa sólida, para ser tratados en función de su demanda.
- Evaluación de la instalación existente y de su compatibilidad con el procesamiento de la biomasa como materia prima.
- Viabilidad técnica y económica, así como la sostenibilidad ambiental de la nueva actividad.

Este documento contiene una serie de plantillas, tablas, check-lists, directrices, etc., que han sido considerados de utilidad para llevar a cabo una evaluación de las cuestiones antes mencionadas. Se considera que puede ser útil también para cualquier agente con interés en considerar esta nueva línea de negocio. Parte de esta información se ha incluido en los manuales elaborados dentro del proyecto ([Manual sobre información básica](#) y [Manual sobre cómo llevar a cabo un estudio de viabilidad para convertirse en un centro logístico](#)). Las presentes directrices complementan esta transferencia de conocimiento al sector agrario, destacando (en negrita) las consideraciones más importantes que el proyecto se ha encontrado en la práctica en la evaluación de las agroindustrias. Más concretamente este documento incluye:

Respecto a la evaluación de los recursos disponibles:

- Proyectos europeos que proveen de información sobre los recursos existentes a partir de mapas o herramientas SIG,
- Temporalidad de la disponibilidad de los principales residuos utilizables como biomasa,
- Plantilla para entrevistar suministradores locales de biomasa en términos de cantidades, calidades y precios,
- Potenciales cadenas logísticas para asegurar el suministro.

Respecto a los mercados de biomasa sólida:

- Aspectos referentes a la calidad en la producción de biomasa,
- Plantilla para entrevistar potenciales consumidores locales en términos de cantidades, calidades y precios,
- Lista de equipos de combustión diseñados para trabajar con biomasa sólida de origen agrario,
- Aspectos legales relacionados con los contratos de suministro con consumidores de biomasa.

Considerando las instalaciones de la agroindustria:

- Lista de precios de los diferentes equipos,
- Consideraciones sobre costes de mantenimiento y producción,

- Check-list para evaluar la solidez del marco de trabajo y la prevención de riesgos como el fuego.

Considerando los aspectos de sostenibilidad ambiental:

- Herramientas para evaluar la sostenibilidad ambiental de la nueva línea de negocio,
- Límites de emisión para equipos de combustión de biomasa en Europa.

1. Disponibilidad de materias primas de biomasa.

Cuando se inicia un nuevo negocio en la producción de biomasa sólida dos cuestiones principales tienen que ser resueltas con el fin de evitar riesgos: el suministro de las materias primas debe ser asegurado a lo largo del tiempo y que tiene que haber un mercado que demande la biomasa resultante con la calidad que el nuevo negocio es capaz de suministrar.

En cuanto al primer aspecto, **el hecho de que los recursos de biomasa sean producidos en el territorio circundante no asegura que estén disponibles para la nueva actividad empresarial. Los precios, estacionalidad, competencia para otros usos y la previa existencia de cadenas logísticas que sean capaces de recoger la materia prima tienen que ser cuidadosamente evaluados.**

Como primera etapa, debe realizarse una estimación de la cantidad potencial de residuos de la producción primaria, teniendo en cuenta los numerosos estudios y datos estadísticos que se encuentran en la bibliografía y que están disponibles en la mayoría de los países europeos. Los resultados teóricos deben ser contrastados con posibles proveedores (productores u operadores logísticos) sobre el terreno. Estos pueden proporcionar también datos sobre precios, calidad y condiciones contractuales que complementan el estudio en el marco local.

Los detalles sobre los pasos al evaluar las condiciones de contorno en términos de recursos se describen en el [Manual sobre cómo llevar a cabo un estudio de viabilidad para convertirse en un centro logístico](#). Este documento presenta algunos consejos para complementar esta información. Proporciona a la empresa interesada un resumen de algunas de las herramientas actualmente disponibles, que pueden complementar los datos teóricos sobre la evaluación de recursos. Incluyen la estacionalidad de los recursos agrarios, una plantilla para obtener información de los proveedores de recursos locales y, por último, un poco de información acerca de cadena logística de podas en cultivos permanentes.

1.1. Datos ofrecidos por Proyectos europeos que complementan las bases de datos nacionales sobre evaluación de recursos en biomasa

Las bases de datos GIS, así como los inventarios nacionales / regionales o Eurostat se pueden utilizar para obtener una primera estimación de la cantidad, localización y superficies. Varios proyectos europeos proporcionan datos sobre la evaluación de la biomasa que se pueden consultar para complementarlo. En los siguientes apartados, se proporcionan y se explican algunos ejemplos de herramientas, principalmente de una manera visual.

1.1.1. Proyecto Bioraise



- Web: <http://bioraise.ciemat.es/Bioraise/>
- Cobertura territorial: España, Portugal y Francia

Este proyecto ha creado una herramienta SIG para la evaluación de los recursos de biomasa en el sur de Europa. La web dispone de un mapa interactivo que permite al usuario identificar fácilmente cuáles son los recursos de biomasa en un área (herbácea, podas y otros residuos), estos recursos son cuantificados y geolocalizados.

También proporciona datos sobre subproductos industriales, localizando sus fuentes y agentes relevantes que pueden ser de interés cuando se comienza un negocio relacionado (ver Tabla 1). Como una herramienta SIG, se puede visualizar en un mapa de Google, tal como ilustra la figura 1.

Tabla 1: Productores y agentes considerados en el proyecto Bioraise.

Producers	Resources	Stakeholders
Industria maderera Almazaras Procesadoras de frutos secos Destilerías	Cortezas, chips, serrín, otros sub productos madereros Hueso de aceituna y orujillo Cascaras de nuez, piñones y almendra Granilla y lías de vinificación	Equipos y máquinas industriales Instalación y servicios Fabricación de biocombustibles / Valorizadores de biomasa Distribuidores de biocombustibles Centros tecnológicos Grandes consumidores de biocombustibles

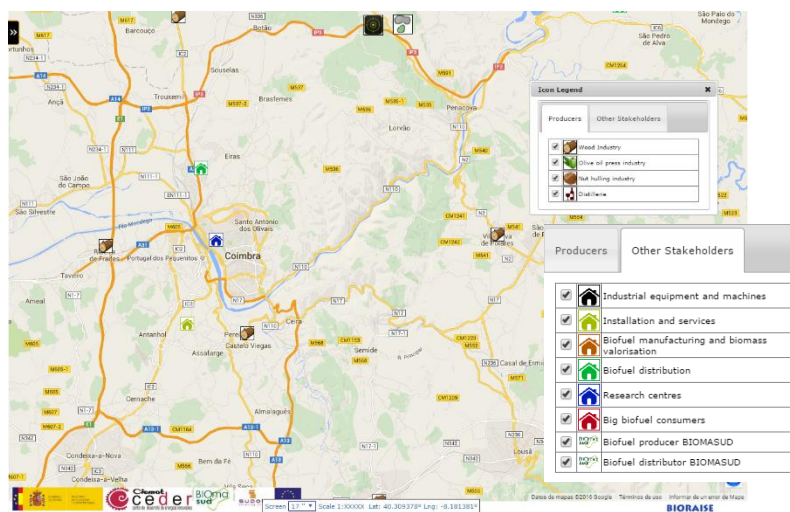


Figura 1. Aspecto visual a escala regional, incluyendo leyenda y símbolos (e.g: alrededores de Coimbra), (Bioraise project)

Los productores y los agentes se muestran o se agrupan en zonas próximas (Figura 2). Esta web proporciona una herramienta para el cálculo de los recursos en un círculo definido por su radio. Una vez que el área se fija, se pueden calcular varios valores, tanto para los residuos de la producción agrícola como subproductos industriales: cantidad de recursos, costes de recogida y características de calidad de estos recursos (cenizas y contenido energético)

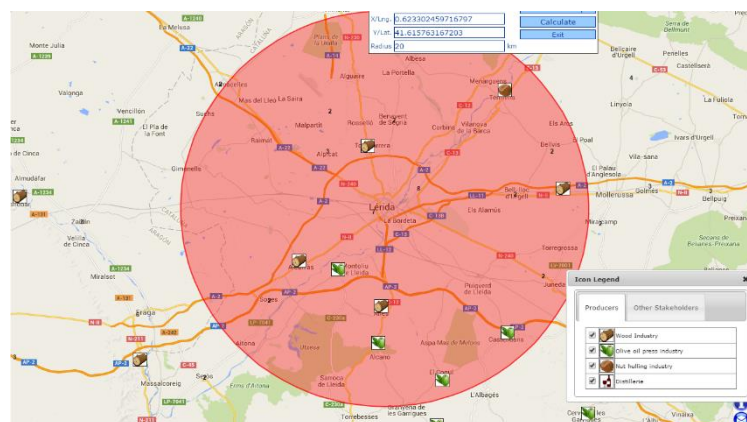


Figura 2. Selección de un radio de 20 km alrededor de una ciudad (e.g: Lérida) (Bioraise project)

Tabla 2. Ejemplos de las opciones y los cálculos que la herramienta Bioraise puede proporcionar para residuos agrícolas

Recursos y costes		Contenido Energético																																																																																										
Field products	<p>Resources in o.d. t/year Costs in €/o.d. t o.d. t (oven dry tons)</p> <p>Initial data: Lat. : 41.62057561351 Lng. : 0.6317138671875 Radius : 20 Km</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Potential resources (o.d. t/year)</th> <th>Available resources (o.d. t/year)</th> <th>Average collection cost (€/o.d. t)</th> <th>Resources available surface (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rainfed</td> <td>51,116.25</td> <td>16,286.25</td> <td>23.28</td> <td>16,125.00</td> </tr> <tr> <td>Irrigated</td> <td>83,555.37</td> <td>66,796.18</td> <td>7.00</td> <td>8,018.75</td> </tr> <tr> <td>Rice (Rice Straw)</td> <td>306.31</td> <td>245.37</td> <td>21.93</td> <td>81.25</td> </tr> <tr> <td>Vineyard</td> <td>773.50</td> <td>619.93</td> <td>37.79</td> <td>568.75</td> </tr> <tr> <td>Orchards</td> <td>74,336.06</td> <td>59,263.31</td> <td>30.53</td> <td>34,256.25</td> </tr> <tr> <td>Broadleaves</td> <td>734.42</td> <td>50.13</td> <td>47.58</td> <td>156.25</td> </tr> <tr> <td>Shrubs</td> <td>37.50</td> <td>12.00</td> <td>38.02</td> <td>25.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuel Price (€/liter) <input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Issue transport costs"/></p>			Potential resources (o.d. t/year)	Available resources (o.d. t/year)	Average collection cost (€/o.d. t)	Resources available surface (ha)	Rainfed	51,116.25	16,286.25	23.28	16,125.00	Irrigated	83,555.37	66,796.18	7.00	8,018.75	Rice (Rice Straw)	306.31	245.37	21.93	81.25	Vineyard	773.50	619.93	37.79	568.75	Orchards	74,336.06	59,263.31	30.53	34,256.25	Broadleaves	734.42	50.13	47.58	156.25	Shrubs	37.50	12.00	38.02	25.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Available resources (t d.m./year)</th> <th>t w.m./year</th> <th>Ash reference mean value (% b.s.)</th> <th>Energetic content (GJ/year)</th> <th>Average collection cost (€/GJ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rainfed</td> <td>16,286.25</td> <td>16,286.25</td> <td>6.10</td> <td>278,144.72</td> <td>1.36</td> </tr> <tr> <td>Irrigated</td> <td>66,796.18</td> <td>66,796.18</td> <td>7.80</td> <td>1,126,350.75</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>Rice (Rice Straw)</td> <td>245.37</td> <td>245.37</td> <td>15.23</td> <td>3,609.46</td> <td>1.49</td> </tr> <tr> <td>Vineyard</td> <td>619.93</td> <td>619.93</td> <td>4.32</td> <td>11,020.42</td> <td>2.12</td> </tr> <tr> <td>Orchards</td> <td>59,263.31</td> <td>59,263.31</td> <td>3.40</td> <td>1,014,354.25</td> <td>1.78</td> </tr> <tr> <td>Broadleaves</td> <td>50.13</td> <td>50.13</td> <td>3.67</td> <td>884.47</td> <td>2.69</td> </tr> <tr> <td>Shrubs</td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> <td>3.06</td> <td>223.98</td> <td>2.03</td> </tr> </tbody> </table>			Available resources (t d.m./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Average collection cost (€/GJ)	Rainfed	16,286.25	16,286.25	6.10	278,144.72	1.36	Irrigated	66,796.18	66,796.18	7.80	1,126,350.75	0.41	Rice (Rice Straw)	245.37	245.37	15.23	3,609.46	1.49	Vineyard	619.93	619.93	4.32	11,020.42	2.12	Orchards	59,263.31	59,263.31	3.40	1,014,354.25	1.78	Broadleaves	50.13	50.13	3.67	884.47	2.69	Shrubs	12.00	12.00	3.06	223.98	2.03
		Potential resources (o.d. t/year)	Available resources (o.d. t/year)	Average collection cost (€/o.d. t)	Resources available surface (ha)																																																																																							
	Rainfed	51,116.25	16,286.25	23.28	16,125.00																																																																																							
	Irrigated	83,555.37	66,796.18	7.00	8,018.75																																																																																							
	Rice (Rice Straw)	306.31	245.37	21.93	81.25																																																																																							
	Vineyard	773.50	619.93	37.79	568.75																																																																																							
	Orchards	74,336.06	59,263.31	30.53	34,256.25																																																																																							
	Broadleaves	734.42	50.13	47.58	156.25																																																																																							
	Shrubs	37.50	12.00	38.02	25.00																																																																																							
		Available resources (t d.m./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Average collection cost (€/GJ)																																																																																						
Rainfed	16,286.25	16,286.25	6.10	278,144.72	1.36																																																																																							
Irrigated	66,796.18	66,796.18	7.80	1,126,350.75	0.41																																																																																							
Rice (Rice Straw)	245.37	245.37	15.23	3,609.46	1.49																																																																																							
Vineyard	619.93	619.93	4.32	11,020.42	2.12																																																																																							
Orchards	59,263.31	59,263.31	3.40	1,014,354.25	1.78																																																																																							
Broadleaves	50.13	50.13	3.67	884.47	2.69																																																																																							
Shrubs	12.00	12.00	3.06	223.98	2.03																																																																																							

Tabla 3. Ejemplo de las opciones y cálculos que la herramienta Bioraise puede proporcionar para subproductos industriales

Recursos y costes		Contenido energético																																									
Industrial products	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Available resources (o.d. t/year)</th> <th>Average price factory gate (€/o.d. t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood Industry (chemically untreated wood by-products)</td> <td>5,422.62</td> <td>38.97</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (other by-products)</td> <td>157.77</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (bark)</td> <td>638.31</td> <td>40.00</td> </tr> <tr> <td>Olive Industry (olive kernel)</td> <td>251.03</td> <td>73.33</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuel Price (€/liter) <input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Issue transport costs"/></p>			Available resources (o.d. t/year)	Average price factory gate (€/o.d. t)	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	38.97	Wood Industry (other by-products)	157.77	0.00	Wood Industry (bark)	638.31	40.00	Olive Industry (olive kernel)	251.03	73.33	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Production (t m.s./year)</th> <th>t w.m./year</th> <th>Ash reference mean value (% b.s.)</th> <th>Energetic content (GJ/year)</th> <th>Price (€/GJ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood Industry (chemically untreated wood by-products)</td> <td>5,422.62</td> <td>5,422.62</td> <td>0.40</td> <td>101,750.04</td> <td>2.07</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (other by-products)</td> <td>157.77</td> <td>157.77</td> <td>2.20</td> <td>2,902.52</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (bark)</td> <td>638.31</td> <td>638.31</td> <td>3.30</td> <td>12,505.24</td> <td>2.04</td> </tr> </tbody> </table>			Production (t m.s./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Price (€/GJ)	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	5,422.62	0.40	101,750.04	2.07	Wood Industry (other by-products)	157.77	157.77	2.20	2,902.52	0.00	Wood Industry (bark)	638.31	638.31	3.30	12,505.24	2.04
		Available resources (o.d. t/year)	Average price factory gate (€/o.d. t)																																								
	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	38.97																																								
	Wood Industry (other by-products)	157.77	0.00																																								
	Wood Industry (bark)	638.31	40.00																																								
Olive Industry (olive kernel)	251.03	73.33																																									
	Production (t m.s./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Price (€/GJ)																																						
Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	5,422.62	0.40	101,750.04	2.07																																						
Wood Industry (other by-products)	157.77	157.77	2.20	2,902.52	0.00																																						
Wood Industry (bark)	638.31	638.31	3.30	12,505.24	2.04																																						

1.1.2. Basis Bioenergy



- Web: <http://www.basisbioenergy.eu/>
- Cobertura territorial: Bélgica, Austria, Dinamarca, Alemania, Francia, España, Italia, Suecia

La web del proyecto contiene una poderosa herramienta SIG (véase la Figura 3) centrada en la biomasa de astillas de madera, la cartografía de la ubicación de las plantas de producción de esta biomasa, plantas de generación, cobertura forestal y los puertos de distribución, entre otros.

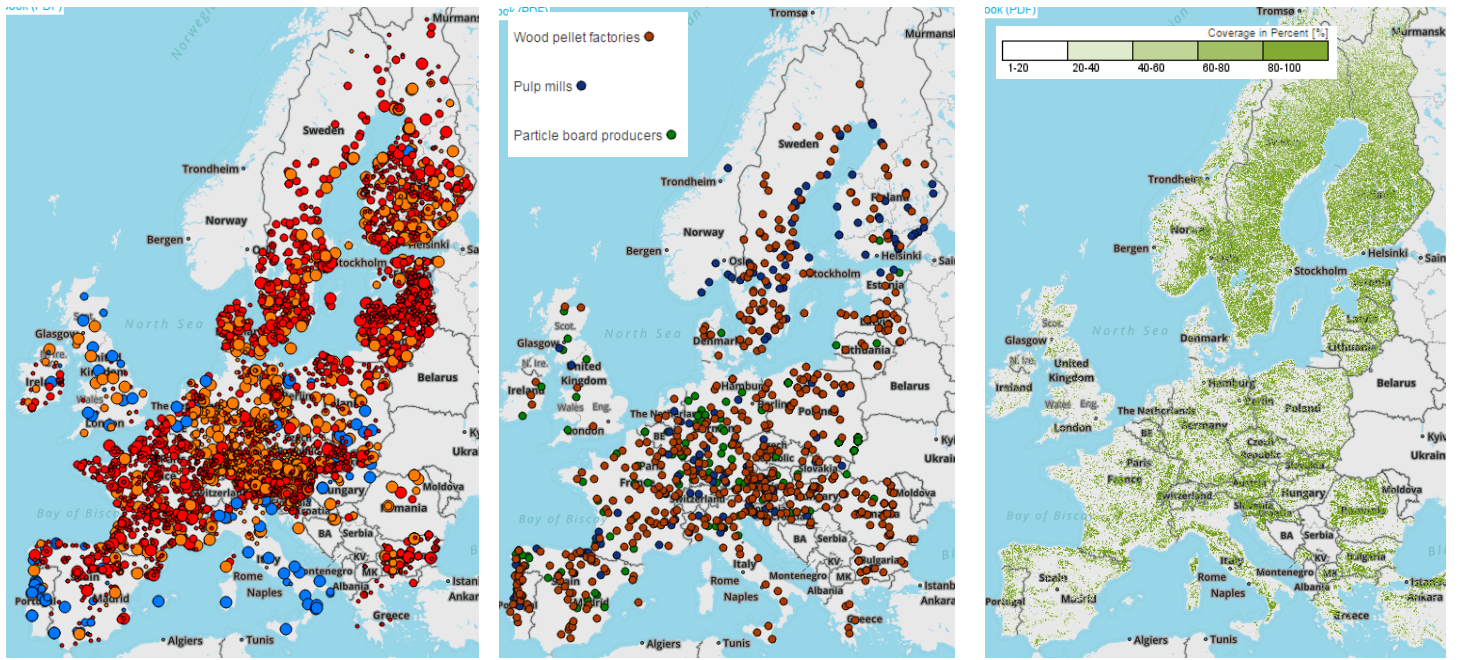


Figura 3. IZQUIERDA: Plantas de bioenergía. CENTRO: Otros agentes relacionados con la astilla de madera. DERECHA: Cobertura Forestal (BasisBioenergy project)

La web también ofrece unos mapas GIS (ver figura 4) con indicadores del grado de aplicabilidad en la implantación de mercados en diferentes regiones (a nivel de estado o a nivel de provincia en zonas de alto potencial). La información puede ser evaluada por distintos tipos de mercado: biogás, bio-metano, calderas, calefacción de distrito, cogeneración CHP, el biodiesel y el bioetanol.

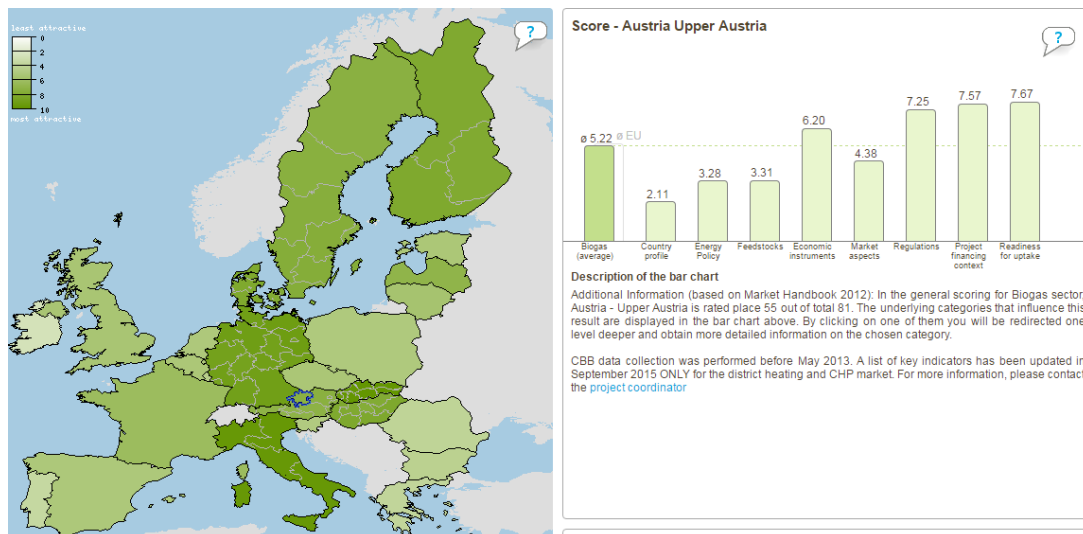


Figura 4. Exploración del Mercado para el biogás en una región de Austria (BasisBioenergy project)

1.1.3. Proyecto SUCELLOG

El Proyecto SUCELLOG hace una estimación regional de los recursos agrarios disponibles con el fin de construir tablas y mapas útiles para los interesados en este tipo de recursos. Toda la información, así como los métodos para el cálculo, se pueden encontrar en los informes por País del proyecto [D3.2 Resumen de la situación regional, recursos disponibles y áreas potenciales en España y en el sitio web](#). El proyecto se centra

en algunas regiones de los países participantes en el proyecto (véase la Figura 5).

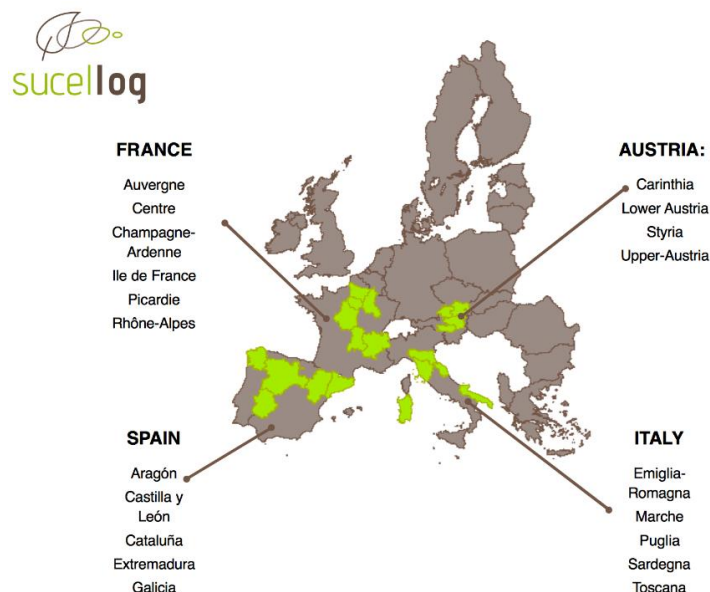


Figura 5. Regiones estudiadas en el proyecto SUCELLOG

La información proporcionada por este proyecto tiene particular interés dado que las cantidades de biomasa son expresadas en toneladas de materia seca ya disponible para convertirse en la biomasa sólida. Para este fin, el proyecto ha determinado un porcentaje específico para cada región sobre los usos alternativos actuales (incluyendo el uso de estos recursos como enmienda del suelo) Estos porcentajes se han definido por las asociaciones agrarias que participan en el proyecto y que cuentan con un amplio conocimiento del territorio. De tal manera estos porcentajes se restan de la cantidad inicial de recursos existentes, resultando en la biomasa verdaderamente disponible.

El tipo de tablas y mapas que se pueden encontrar se muestran en la Figura 6 y la Figura 7. Los mapas también incluyen la ubicación de las agroindustrias que han sido seleccionadas por el proyecto como las más interesantes para desarrollar un centro logístico en sus instalaciones, ya sea por los equipos ya existentes y / o por los residuos producidos por ellas.

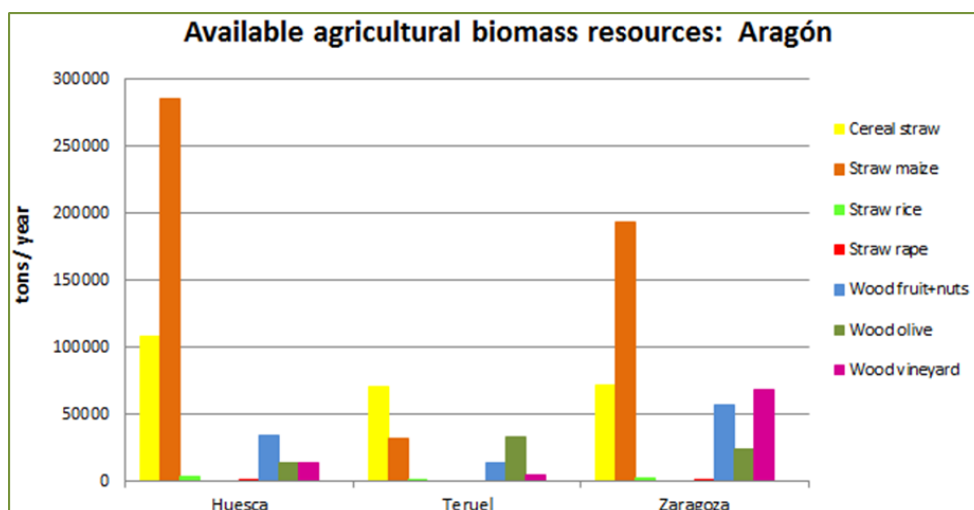


Figura 6. Residuos de biomasa disponibles, Aragón región

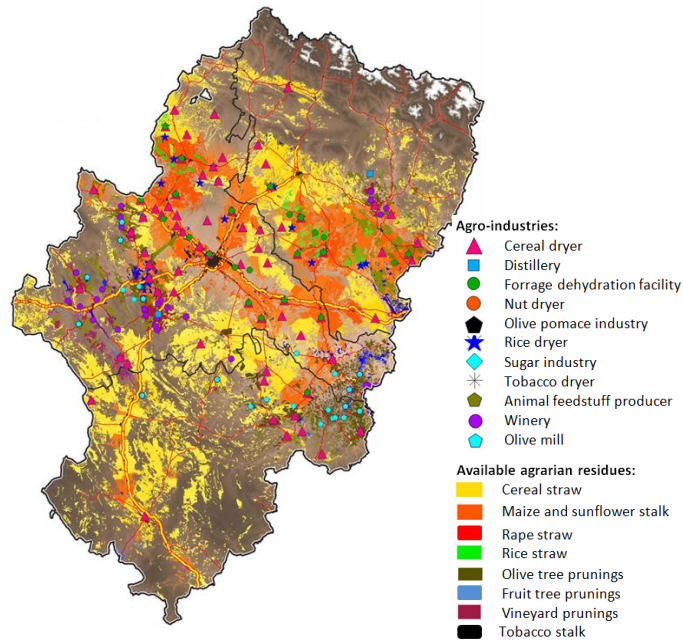


Figura 7. Localización de la biomasa disponible y de las agro-industrias en la región de Aragón.

1.2. Temporalidad de los recursos de biomasa agraria

A diferencia de lo que sucede con la biomasa de origen forestal, los recursos agrarios son estacionales. La tabla 4 muestra el resumen de la estacionalidad de los recursos evaluados dentro del proyecto SUCELLOG, que abarca la situación en España, Francia, Italia y Austria.

Tabla 4. Disponibilidad mensual de los recursos.

CROPS AVAILABILITY	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Residuos en la fabricación de piensos												
Paja de Cereal												
Restos del cultivo de soja												
Paja de colza												
Paja de maíz												
Zuro de maíz												
Residuos vegetales en el secado de cereales												
Cáscara de arroz												
Residuos vegetales en las extractoras de aceite												
Restos de cultivo en el tabaco												
Residuos en las destilerías												
Pulpa de remolacha												
Poda de viñedos												
Poda de olivos												
Poda en frutales de semilla												
Poda en frutales de hueso												
Poda de frutos secos												
Poda de cítricos												
Residuos extracción de aceite de semillas de uva												
Piel y tallos de uva												
Granilla de uva												
Huesos de aceituna												
Orujillo seco de oliva												
Cáscara de almendra												

Periodos dónde la biomasa es producida por recolección o procesado industrial



Diferencias entre países son representados en casillas ralladas

1.3. Evaluando la disponibilidad de biomasa a escala local: entrevistas con actores relevantes.

Como se ha explicado en la introducción de esta sección, los datos teóricos sobre los recursos de biomasa deben ser examinados a través de la consulta a las partes interesadas locales (como los agricultores o los operadores logísticos). **Estas entrevistas son esenciales para llegar a la información sobre la disponibilidad real y sobre los usos en competencia, los precios y la posibilidad técnica de recoger estos recursos. Dado que las respuestas pueden ser variadas, SUCELLOG recomienda entrevistar a varios grupos de interés con el fin de llegar a un panorama representativo del marco local.**

En SUCELLOG se han elaborado dos plantillas de encuestas diferentes: una centrada en el agricultor y el otro para el operador logístico. Se muestran en la Figura 8 y la Figura 9, respectivamente.

Plantilla para la entrevista -versión agricultor

¿Qué tipo de residuo se producen en sus cultivos? _____

¿Cuántas toneladas se producen de esos residuos (t/ha)? _____

¿Cuántas hectáreas cultiva (ha)? _____

¿Introduce cambios en los cultivos (rotaciones) de un año para otro?

¿En qué meses del año produce los residuos? _____

¿Vende el residuo en el mercado? _____

¿A qué tipo de consumidor (alimentación animal, cama de ganado)? _____

¿Vende todo el residuo? _____

¿A qué precio (€/t)? _____

¿Es un Mercado estable? _____

¿Si no vende el residuo, explique la razón

¿Si utiliza el residuo del cultivo como enmienda orgánica, explique si se podría retirar una parte del mismo sin consecuencias agronómicas negativas para el suelo

¿Cuál es la distancia de su explotación a los potenciales usuarios de ese residuo)?

¿Sería usted capaz de recoger el residuo con su maquinaria actual? _____

¿Sería capaz de transporter el residuo? _____

¿A qué precio vendería el producto (€/t)? _____

¿Ese precio incluye el transporte? _____

¿Si el transporte ni está incluido que coste en relación a distancia tendría el transporte ?

Figura 8. Ejemplo para la valoración de recursos – entrevista al agricultor

Plantilla para la entrevista - versión Operador Logístico

¿Qué tipo de residuos recoge? _____

¿Cuántos residuos se producen en la zona (t/ha)? _____

¿Recibe el agricultor una compensación por la recogida de este residuo y a cuanto asciende (€/t)? _____

¿En qué tipo de mercado se vende este residuo? _____

¿Lo vende todo anualmente o lo almacena de un año para otro para aprovechar demanda en mercados futuros? _____

¿A qué precio vende este residuo (€/t)? _____

¿Es un mercado estable o hay una gran fluctuación de precios? _____

¿Cuánto material puede decir que está disponible cada año si no es usado en otros mercados o dejado en el suelo como enmienda? _____

¿Cuál es el precio del residuo más el coste de cosecha? _____

¿Cuál es el precio del transporte en relación a la distancia? _____

¿Puede su maquinaria recoger distintos tipos de residuos? _____

En ese caso, cual es la diferencia en el consumo o en el precio final? _____

Si finalmente se llega a un acuerdo para el suministro, tendría algún tipo de requisito en relación con el tipo de contrato a firmar en términos de tiempo? _____

¿Si un precio base es fijado y se añade un término variable en función de un índice IPC, estaría interesado en firmar contratos anuales? _____

Cuál es la duración máxima de los contratos en los que están interesados? _____

Figura 9. Plantilla para la evaluación de recursos – entrevista a un operador logístico.

1.4. Cadenas logísticas en recursos de biomasa

Con el fin de garantizar el suministro de la materia prima hasta el centro de la producción de biomasa sólida, es necesario que exista o que sea creada una cadena logística. Recursos herbáceos como la paja tienen una cadena logística bien desarrollada, ya que tiene un mercado actual alternativo (alimentación animal, cama de ganado...). La logística en la recogida de los residuos producidos en las industrias agrícolas también está solucionada.

Por el contrario, la poda de cultivos permanentes afronta retos logísticos que les convierten actualmente en un recurso sin explotar y que es mayoritariamente triturado y depositado en el suelo o bien quemado. Aunque a veces el picado de la poda tiene como objeto una mejora orgánica en el suelo, en la mayoría de los casos esta práctica se hace para evitar el coste de eliminación del residuo. Sin embargo, se debe empezar a considerar este recurso como un producto de la bioenergía ya que su recogida implica un ahorro para los agricultores en términos de tiempo y dinero (se evita el triturado), así como los riesgos de incendio.






El proyecto EuroPruning (<http://www.euopruning.eu/>) ha detectado que todavía existen barreras socioeconómicas que hay que superar. Algunos agentes son todavía reticentes a considerar la poda como fuente de energía, ya que los gastos de recogida impiden su rentabilidad actualmente. Sin embargo, en los últimos años, **nueva maquinaria se ha desarrollado para la recolección de ramas de poda de una manera eficiente y las experiencias de trabajo con este tipo de recursos están creciendo en Europa**. Las siguientes sub-secciones del documento proporcionan información acerca de ellas.

1.4.1. Tecnologías existentes para la recogida de poda

Dentro del proyecto EuroPruning, se han identificado más de 70 tecnologías disponibles en el mercado para la recogida de restos de poda. Se resumen en la Tabla 5. Como se puede observar, 55 de ellas consisten en adaptaciones de trituradoras convencionales, con diferentes grados de innovaciones y de integración para mejorar la recolección de la biomasa de poda. Las astilladoras todavía carecen de suficiente desarrollo y penetración en el sector Sin embargo se requiere este tipo de maquinaria cada vez que el producto está dirigido para ser compatible con los consumidores de astillas de madera forestal. Por otro lado es frecuente encontrar los consumidores para el material desmenuzado. Las empacadoras de poda también están disponibles en el mercado, así como la maquinaria que integra la poda y la recogida en un solo paso.

Se han detectado un total de 35 empresas que ofrecen este tipo de máquinas en el mercado, en España (4), Francia (2), Italia (19), Alemania (3), Países Bajos (2), Polonia (3) y Canadá (1). La Tabla 6 proporciona sus nombres. Dado que el rendimiento de la maquinaria depende en gran medida de las características de la parcela de cultivo, SUCELLOG recomienda encarecidamente ponerse en contacto con el fabricante local con el fin de hacer pruebas previas antes de su adquisición y explotación.

Tabla 5. Resumen de las tecnologías existentes en Europa

Tecnol.	Figura	Cod.	Número
Picadoras y trituradoras		[M1]	3
		[M2]	12
		[M3]	37
		[M4]	2
		[M5]	1
			55













Tecnol.	Figura	Cod.	Número
		[M6]	1
		[M7]	0
Astilladoras		[CH1]	1
		[CH2]	3
		[CH3]	1
		[CH4]	1*
		[CH5]	0
Empacadoras		[BL1]	1
		[BL2]	4
		[BL3]	4
Poda y recogida integral		[PP1]	0
		[PP2]	1
TOTAL			71

Tabla 6. Resumen de maquinaria de recogida disponible en Europa (y Canadá), número de modelos (proyecto Europruning)

Machine constructor	País	Trituradoras	Astilladoras	Empacadoras	Prepodadoras integrales
Anderson	Canada			1	
Belafer	Spain	2			
Berti	Italy	4			
Caeb	Italy			1	
Concept Machines Bernhardt (CMB)	France	1			
Costruzioni Nazzareno	Italy		2		
Facma	Italy	1			
Falc	Italy	3			
Favoretto Paolo	Italy				1
Forest Technology Centre	Poland	1			
Inventor	Poland	1			
Jonues i fills	France	12			
Jordan	Germany		1		
Kuhn	Germany	2			
Lely	The Netherlands			1	
Lerda	Italy			2	
Nobili	Italy	2			
Omarv	Italy	2			
Omat	Italy	1			
ONG	Italy		1		

Machine constructor	País	Trituradoras	Astilladoras	Empacadoras	Prepodadoras integrales
Oonyx	France	1			
Orsi	Italy	1			
Perfect (Van Wamel B.V.)	The Nederland	1			
Peruzzo	Italy	2	1		
Picursa	Spain	11			
Pimr	Poland			1	
Promagri	Spain	2			
Rinieri	Italy	2			
Seppi	Italy	2			
Serrat	Spain	7		1	
Sgarbi	Italy				
Sousliskoff	France	2			
Stoll	Germany	1			
Tierre	Italy	2			
Tigieffe	Italy			1	
Wolagri	Italy			1	

1.4.2. Experiencias en el manejo de podas

Alrededor de 10 millones de hectáreas están dedicadas a las plantaciones de viñedos, olivos y árboles frutales en toda Europa según Eurostat (octubre de 2014). EuroPruning ha cuantificado que, debido a estas prácticas, 25 millones de toneladas de madera se producen cada año procedente de podas y del arrancamiento de plantaciones.

Aunque su uso es actualmente escaso, algunas experiencias están trabajando con este tipo de recursos para mostrar la viabilidad económica y técnica de los restos de poda como fuente de energía. La ventaja de utilizar un recurso local ha sido el catalizador de estas iniciativas, que ahorran a su vez el coste de su eliminación. Dos casos diferentes a diferentes escalas se muestran a continuación. **Es importante destacar los diferentes tipos de cadena logística que se presentan, lo que significa que hay varias alternativas y que se debe encontrar la que se adapte mejor a cada modelo de negocio**

Ayuntamiento de Serra

Este pueblo con 3.000 habitantes se encuentra en una zona muy montañosa región de Valencia (España). La iniciativa, promovida por el ayuntamiento, partió del objetivo de evitar los riesgos de incendio que con frecuencia fueron causadas por la quema de residuos de poda. Los residuos municipales y la poda de 8 agricultores (60 toneladas) se utilizan para calentar los edificios municipales y provocan una reducción de la factura energética en hasta 19.000 € por año.

La cadena logística funcionando en este caso y que es parte del éxito de la iniciativa de Serra se presenta en la Figura 10. La Figura 11 y la Figura 12 muestran algunas imágenes.



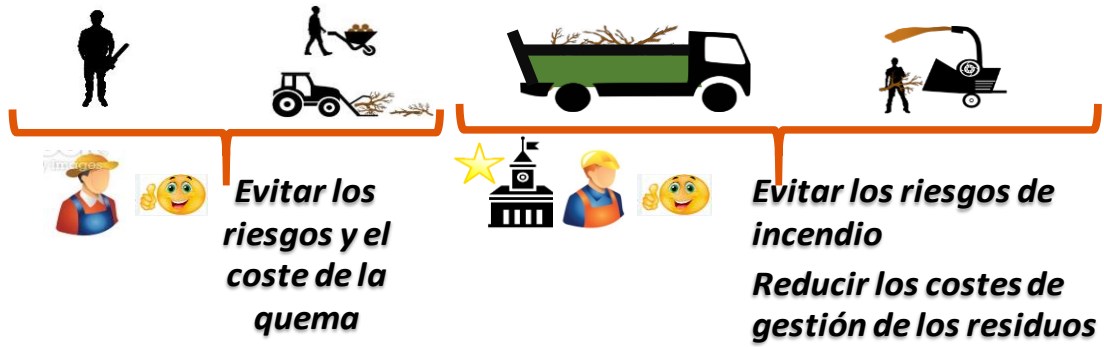


Figura 10. Esquema de la cadena logística en Serra



Figura 11. Ejemplo Serra. (Izquierda) Triturado (Derecha) Almacenamiento



Figura 12. Ejemplo ayto. Serra. (Izquierda) Peletizado (Derecha) Caldera de pellets

Pellets de La Mancha

Esta iniciativa está en marcha desde 2011 y es el único ejemplo en España en la producción a partir de restos de poda de viñedos, con unas 20.000 toneladas de pellets por año. Las diferentes cadenas de logística que operan para reunir los recursos se presentan en la figura 13. La figura 14 muestra algunas fotos de la instalación de peletizado.

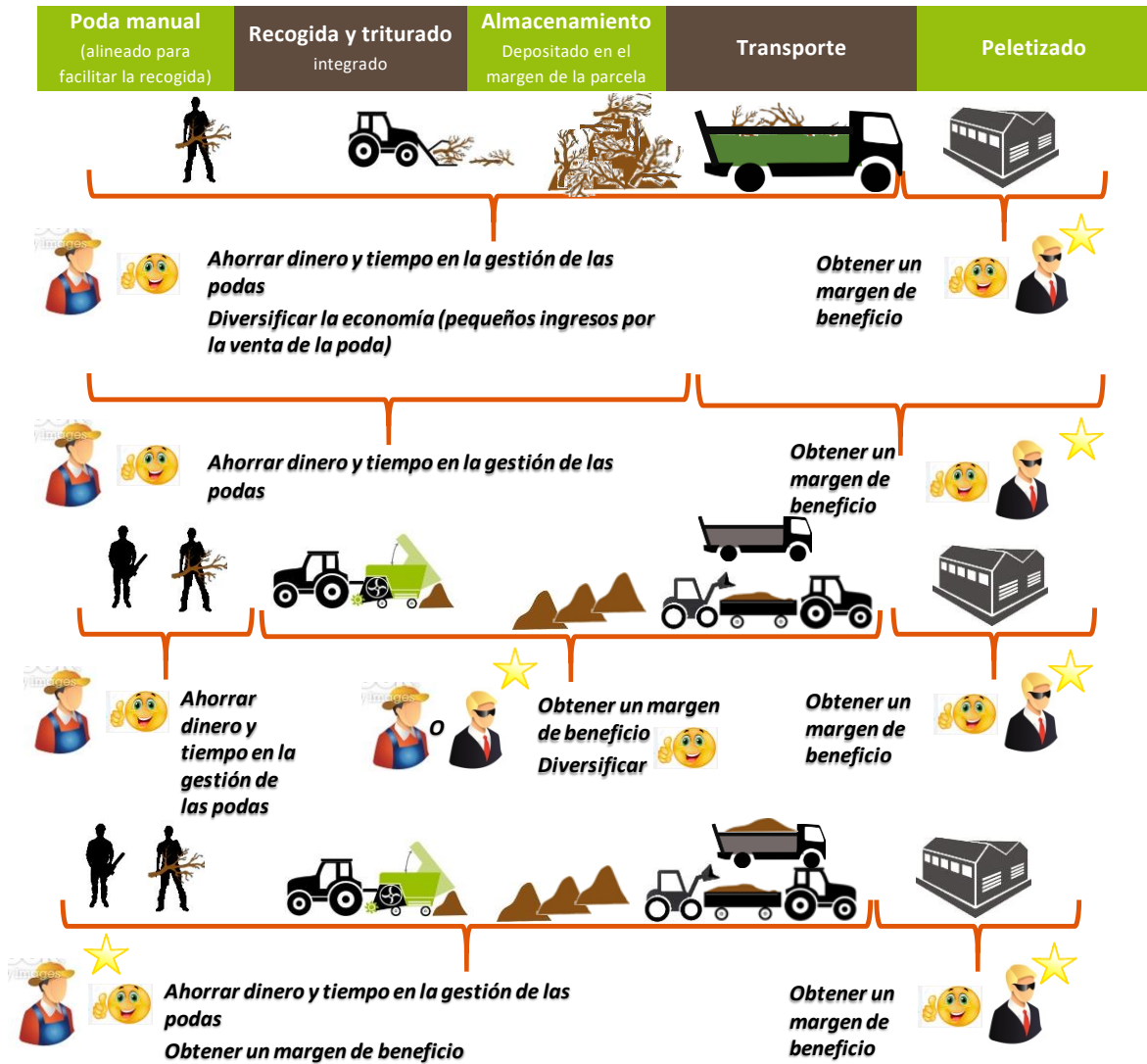


Figura 13. Esquema de las diferentes cadenas logísticas alternativas en el caso de Pellets de la Mancha



Figura 14. (Arriba) Almacenamiento de podas (Abajo izquierda) Transporte a la planta (Abajo derecha) Instalación de ensacado en bolsas de 15 kg.

2. Mercado de biomasa sólida

Como se ha mencionado en el apartado 1, **la existencia previa de un mercado de la biomasa sólida es esencial para asegurar la viabilidad de un nuevo proyecto. La nueva línea de negocio deberá adaptarse a este mercado, produciendo las cantidades, calidades y precios que este demande.**

Todos los aspectos a tener en cuenta cuando se realiza un estudio de mercado se detallan en el [Manual sobre cómo llevar a cabo un estudio de viabilidad para convertirse en un centro logístico](#). Esta sección proporciona información complementaria.

En cuanto a la calidad del producto final, esta dependerá de las características de calidad de las materias primas utilizadas y de los pre-tratamientos llevados a cabo en el centro de logística. En la sección 2.1 se exponen los problemas de calidad más importantes que deben tenerse en cuenta al producir biomasa sólida.

Por último, esta sección ofrece una lista de los equipos de combustión disponibles en el mercado capaces de funcionar con biomasa sólida agraria junto con algunas directrices para la suscripción de un contrato de suministro con un consumidor existente.

2.1. Criterios de calidad

Las principales propiedades que influyen en la calidad (contenido de humedad, el contenido de cenizas; el contenido en nitrógeno, cloro y azufre; poder calorífico neto; temperatura de reblandecimiento de cenizas; distribución de tamaño de partícula, densidad a granel) se explican en el [Manual sobre información básica](#).

Las siguientes sub-secciones presentan valores promedio de calidad de algunas materias primas de biomasa, los formatos de biomasa sólida más comunes, recomendaciones de valores de calidad para la biomasa sólida incluidos en las normas internacionales así como los sistemas de certificación de calidad más comunes en Europa.

2.1.1. Propiedades típicas de las biomásas:

A continuación se muestran **algunas de las propiedades medias de calidad según la norma ISO 17.225 (norma internacional para los biocombustibles sólidos) y MixBioPells * (Este proyecto europeo IEE se enfoca a pellets no leñosos)**. Los valores se proporcionan en base seca (db).

Debe tenerse en cuenta que estos son valores teóricos, que no pueden ser similares en todas las condiciones locales, especialmente en términos de contenido de cenizas que dependen de la cantidad de impurezas exógenas recogidas a lo largo de la cadena logística. **Por esta razón, estos valores sólo deben tomarse como valores de referencia, un análisis químico debe determinar los valores reales.**

Tabla 7. Poder calorífico y contenido de cenizas de diferentes recursos de biomasa.

Materia Prima	Poder Calorífico Inferior (kWh/kg db)	Contenido en cenizas (w-% db)
Madera de coníferas	5,1 – 5,5	0,1 – 1,0
Madera de frondosas	5,1 – 5,3	0,2 – 1,0
Paja de trigo, cebada, centeno	4,4 – 5,3	2 - 10
Restos de cultivo de colza	4,4 – 5,3	2 - 10
Hueso de aceituna	4,8 – 5,4	1,2 – 4,4
Orujillo seco de oliva	3,9 – 5,3	3,4 – 11,3
Cáscara de arroz	4,0 – 4,5	13,0- 23,0
Cáscara de pipa de girasol	4,7 – 6,1	1,9 – 7,6
Hueso de albaricoque/cereza	5,4 - 6,4	0,2 – 1,0

Materia Prima	Poder Calorífico Inferior (kWh/kg db)	Contenido en cenizas (w-% db)
Cáscara de almendra/frutos secos	4,9 – 5,3	0,95 – 3,0
Zuro del maíz*	4,6	1 - 3
Tallo del maíz*	4,6 – 4,9	11 - 17

Mientras que los valores de contenido de cenizas se proporcionan normalmente en base seca, no es el caso para el poder calorífico neto (Q). Para traducir los valores en base seca incluidos en la tabla, en un poder calorífico neto en base húmeda (kWh / kg ar), con un cierto contenido de humedad (M, % en peso ar), se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$Q \text{ (kWh/kg ar)} = [Q \text{ (kWh/kg db)} * (1-0,01*M)] - [24,43 * M * (1/3600)]$$

2.1.2. Formatos de biomasa sólida

El biocombustible sólido puede ser producido en diferentes formatos. Los más comunes se muestran a continuación. Debe tenerse en cuenta que no todos los formatos encajan en todos los equipos de combustión y se debe ser consciente al evaluar el mercado. Por ejemplo, hay algunos equipos que son específica para pellets y no pueden trabajar con astilla. El fabricante del equipo debe ser consultado en estos casos.

Pellets / Briquetas



Source: <http://www.briquetas.org/>

Biomasa de frutales: huesos y cáscaras



Astilla/producto triturado



Zuro de maíz



Pacas



2.1.3. Propiedades a cumplir por los productos de biomasa sólida respecto a la calidad

A continuación se presentan algunas de las principales propiedades que los estándares internacionales y algunas etiquetas de calidad recomiendan como apropiados para uso no industrial. Los valores de contenido de humedad y el poder calorífico neto se proporcionan en base húmeda (ar), mientras que las cenizas y contenido de cloro se dan en base seca (db). **Para tener más detalles de todos los límites de calidad, los estándares completos pueden adquirirse [aquí](#).**

SUCELLOG recuerda que no es obligatorio cumplir con los requisitos de calidad establecidos en estos estándares voluntarios, por esta razón, se recomienda consultar a los consumidores potenciales con el fin de comprender sus exigencias de calidad.

Tabla 8. Propiedades de pellets de Madera acorde a ISO 17.225-2 y el sello ENplus

Propiedad	Clase A1	Clase A2	Clase B
Contenido en humedad (w-% ar)	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Contenido en cenizas (w-% db)	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0
Poder Calorífico Neto (kWh/kg ar)	≥ 4,6	≥ 4,6	≥ 4,6
Cl (w-% db)	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,03

Tabla 9. Propiedades de pellets no leñosos (incluidas mezclas de pellets) de acuerdo a ISO 17.225-6

Propiedades	Clase A	Clase B
Contenido en humedad (w-% ar)	≤ 12	≤ 15
Contenido en cenizas (w-% db)	≤ 6	≤ 10
Poder Calorífico Neto (kWh/kg ar)	≥ 4,0	≥ 4,0
Cl (w-% db)	≤ 0,10	≤ 0,30

Tabla 10. Propiedades de astilla de Madera de acuerdo con ISO 17.225-4

Propiedades	Clase A	Clase B
Contenido en humedad (w-% ar)	≤ 35	Declarar valor máximo
Contenido en cenizas (w-% db)	≤ 1,5	≤ 3,0
Poder Calorífico Neto (kWh/kg ar)	Declarar valor mínimo	Declarar valor mínimo
Cl (w-% db)	-	≤ 0,05

Tabla 11. Propiedades de hueso de aceituna de acuerdo con el sello de calidad BiomaSud

Propiedades	Clase A	Clase B
Contenido en humedad (w-% ar)	≤ 12	≤ 16
Contenido en cenizas (w-% db)	≤ 1,3	≤ 2,6
Poder Calorífico Neto (kWh/kg ar)	≥ 4,4	≥ 4,2
Cl (w-% db)	≤ 0,04	≤ 0,08

Tabla 12. Propiedades de cáscara de frutos secos de acuerdo con el sello de calidad BiomaSud

Propiedades	Clase A	Clase B
Contenido en humedad (w-% ar)	≤ 12	≤ 16
Contenido en cenizas (w-% db)	≤ 1,6	≤ 3,2
Poder Calorífico Neto (kWh/kg ar)	≥ 4,2	≥ 3,9
Cl (w-% db)	≤ 0,03	≤ 0,06

2.1.4. Etiquetado de biomasa agrarias sólida

Los consumidores europeos demandan cada vez más productos certificados. La biomasa sólida certificada proporciona confianza a los clientes ya que su calidad ha sido certificada por instituciones acreditadas. No sólo los productos manufacturados están certificados, sino también los procesos que son necesarios para su producción y logística.

Las certificaciones más comunes en el mercado y el tipo de productos certificados son:

- ENplus label: pellets de madera.
- DINplus label: pellets de Madera y briquetas.
- BiomaSud label: pellets de madera, astillas de madera, huesos de aceituna, cáscaras de almendra y piñón, cáscaras de almendras, piña picada, cáscaras de avellana y mezclas de las biomásas citadas anteriormente (productor debe especificar el%).

No hay aún sistemas de certificación desarrollados para los pellets mixtos o briquetas compuestas en parte por recursos herbáceas como son considerados en la norma internacional ISO 17225-6 "biocombustibles sólidos – Especificaciones y clase de combustible - Parte 6: pellets no leñosos" y la norma ISO 17225-7 "Solid biocombustibles - especificaciones del combustible y clases - Parte 6: briquetas no leñosas "

Iniciativas como la certificación ENAGRO nació hace algunos años, pero todavía no está en el mercado. El aspecto de la etiqueta propuesta se muestra en la Figura 15. **SUCELLOG firmemente cree que este tipo de sistemas de certificación puede ayudar a impulsar la integración de los recursos agrarios en el mercado de la biomasa.**



Figura 15. (Izquierda) etiqueta de certificación general, (centro) etiqueta de certificación específica, (derecha) etiqueta de certificación para las clases A/B

2.2. Recomendaciones al introducir un nuevo combustible en el mercado

Cuando se quieran lanzar nuevos productos en el mercado local, se debe realizar un estudio detallado de sus propiedades como combustibles. Esto es especialmente importante cuando se trata de un producto no habitual como es la biomasa de los recursos agrícolas. Por esta razón, SUCELLOG recomienda dos tipos de acciones:

- Caracterización desde el punto de vista termoquímico y físico y comparación con los límites recomendados por las normas internacionales (EN ISO 17 225, ver algunos en la sección 2.1.3). Los parámetros medidos deben ser la humedad y el contenido de cenizas, el poder calorífico, la fusibilidad de las cenizas, los elementos elementales y principales y las propiedades físicas (densidad aparente y durabilidad de los pélets). El análisis de caracterización ofrece, por lo tanto, una "previsión" sobre cómo se comportaría el combustible y los resultados se proporcionan normalmente al posible cliente en el procedimiento de comercialización habitual.
- Ensayos de combustión en calderas comerciales bajo condiciones controladas para asesorar a la agroindustria en la búsqueda de un consumidor potencial y al consumidor al alimentar su sistema con los combustibles producidos. El objetivo de las pruebas de combustión es caracterizar los diferentes combustibles de biomasa estudiados en condiciones reales de combustión.

Para estas pruebas, se recomienda encarecidamente que se contacte con la empresa que ha instalado la caldera o que esté gestionando su rendimiento (como un ESE), para supervisar los siguientes parámetros durante las pruebas:

- Energía suministrada: rendimiento de calefacción, eficiencia de combustión, tiempo de encendido
- Emisiones atmosféricas: O₂, CO, C_xH_y, SO₂, NO_x, exceso de aire y temperatura del gas. Este punto es muy importante ya que las emisiones deben estar en conformidad con la legislación nacional.
- Fenómenos relacionados con las cenizas: formación de escorias, bloqueo de la bandeja de cenizas y ensuciamiento en el intercambiador de calor.

Es importante tener en cuenta que las emisiones atmosféricas y los fenómenos relacionados con las cenizas, como la formación de escorias, dependen en gran medida de la calidad del combustible, pero también de la tecnología de combustión (parrilla fija, móvil o subalimentada) e incluso de los ajustes particulares y los parámetros de regulación de la caldera. Por esta razón, es esencial realizar ajustes en los niveles (cuando sea posible) para mejorar el rendimiento de la combustión.

Durante el proyecto SUCELLOG, y como parte del apoyo a las agroindustrias en disposición de convertirse en centros logísticos, algunos combustibles producidos a partir de residuos agrícolas han sido caracterizados y probados en equipos de combustión. Se han realizado comparaciones con combustibles forestales (DIN+ y pellets industriales de madera). Los resultados de la caracterización (Tabla 13) y las recomendaciones principales (tabla 14) se muestran como una guía sobre lo que se puede esperar de estos combustibles. Sin embargo, es importante resaltar que los resultados obtenidos no deben extrapolarse directamente ya que factores como las características del suelo, el procedimiento de cosecha, etc. pueden influir en las características del combustible y, por lo tanto, en el comportamiento de la combustión. De la misma manera, como se ha señalado antes, las recomendaciones de la combustión no pueden tomarse como regla, sino sólo como una guía.

COMBUSTIBLES PRODUCIDOS Y PROBADOS dentro del proyecto SUCELLOG

Tabla 13. Principales parámetros de caracterización de un combustible

COMBUSTIBLE	Elemento	Contenido de cenizas [A]	PCI [Q]	Nitrógeno [N]	Azufre [S]	Cloro [Cl]
	Método	EN 14775	EN 14918	EN 15104	EN 15289	EN 15289
	Unidad	% m bs ¹	MJ.kg ⁻¹ bs	% m bs	% m bs	% m bs
PÉLETS DE ZURO DE MAÍZ		4,46	17,00	1,16	0,110	0,160
TROZOS DE ZURO DE MAÍZ		2,04	17,37	-	-	-
PÉLETS DE PAJA/MADERA 60/40		3,16	17,86	0,35	0,032	0,072
PÉLETS DE PAJA		4,78	17,53	0,40	0,067	0,120
ASTILLAS DE PODA DE OLIVO		1,59	17,88	0,55	0,022	0,042
ASTILLAS DE PODA DE VID		3,53	17,11	0,88	0,040	0,044
PÉLETS DE MADERA INDUSTRIAL		2,66	-	0,19	0,033	0,024
PÉLES DE MADERA DE ALTA CALIDAD (DIN+)		0,24	-	< 0,1	< 0,010	< 0,010
ASTILLAS DE MADERA (ISO 17225-4 tipo B)		3,00	-	≤ 1,0	≤ 0,1	≤ 0,05

¹ %m bs : porcentaje de masa del material en base seca.

Tabla 14. Recomendaciones sobre el rendimiento de la combustión

Combustible	Pélets de zuro de maíz	Sémolas de zuro de maíz	Pélets paja/madera	Pélets de paja	Podas de olivo	Podas de vid
O ₂ en gases chimenea	6%	11%	6%	6%	11%	11%
Exceso de aire (λ) (Pélets de madera 11% - λ 1,9)	λ 1,6	λ 1,9	λ 1,6	λ 1,6	λ 1,9	λ 1,9
Tecnología de la caldera	Parrilla móvil muy recomendable para disminuir la formación de escoria			Parrillas móviles (Posible caldera de lecho fijo)		
Distribución óptima de aire secundario (AS) y primario (AP)	80% AP 20% AS	90% AP 10% AS	80% AP 20% AS	80% AP 20% AS	70% AP 30% AS	70% AP 30% AS
Movimiento de la parrilla	1,8 cm/min			1,2 cm/min		
Recomendaciones de mantenimiento	Limpieza diaria en caso de caldera de lecho fijo 2 veces más comparado con pélets de madera (Limpieza del intercambiador de calor)			2 veces más comparado con pélets de madera (Limpieza del intercambiador de calor)		
Proceso de puesta en marcha	50% incremento del proceso de puesta en marcha			Igual que con pélets de madera		
Cumplimiento de los límites nacionales de NO _x	SÍ (en el límite) (NO _x : 750 mg/Nm ³)	SÍ (NO _x : 750 mg/Nm ³)	SÍ (NO _x : 525 mg/Nm ³)	SÍ (NO _x : 525 mg/Nm ³)	SÍ (NO _x : 500 mg/Nm ³)	NO (NO _x : 500 mg/Nm ³)
Cumplimiento de los límites nacionales de CO	SÍ (CO : 450 mg/Nm ³)	NO (CO : 450 mg/Nm ³)	NO (CO : 250 mg/Nm ³)	NO (CO : 250 mg/Nm ³)	NO (CO : 350 mg/Nm ³)	NO (CO : 350 mg/Nm ³)

2.3. Plantilla para entrevistar consumidores potenciales respecto a los requisitos demandados de calidad

ENTREVISTA A CONSUMIDORES POTENCIALES

Describa la demanda de consumo (calor/electricidad para el ayuntamiento/granja/vivienda...)

Situación del consumidor (distancia al centro logístico) _____

Consumo de energía (kWh térmicos o MWh) _____

Horas de consume al año _____

¿Cuándo necesita la biomasa sólida (Temporalidad de consumo)? _____

¿Hay variación de consumo a lo largo del día/y de la semana? _____

Tipo de caldera (de Parrilla de lecho fluidizado, etc) _____

¿Qué cantidad de biomasa consume de forma anual? _____

¿Qué tipo de biomasa (origen y formato), ejemplo: 5000 toneladas/año de pellets forestales?

Puede su caldera aceptar otro tipo de biomasa sólida? _____

¿Ha realizado algún test con otros tipos de biomasa? _____

¿Donde compra la biomasa? ¿Tiene proveedores regulares? _____

¿Le traen la biomasa en camión? _____

¿Cuánto está pagando actualmente (€/t, €/MWh)? _____

¿Qué precio es el máximo que pagaría (€/t, €/MWh)? _____

¿Qué tipo de contrato tiene con su proveedor de biomasa? _____

Meses/Años de duración ? _____

¿Cuáles son las principales características que exige en los carburantes que adquiere (contenido de cenizas, libres de cloro)? _____

Requiere algún label de calidad en sus compras (ejemplo "Yo sólo compro productos ENplus")
 ¿Qué calidad necesita para su caldera?

- Contenido máximo de cenizas(%) _____
- Contenido máximo de humedad (% base húmeda) _____
- Tamaño de partículas (astillas) _____
- Otros _____

¿Como de a menudo abren y cierran la caldera para la limpieza? _____

¿Qué está haciendo con la ceniza? ¿Tiene requerimientos de calidad para usarla? _____

¿Tiene una persona específica para manejar la caldera dentro de la compañía?

¿Alguien de fuera de la compañía? _____

¿Tiene alguna experiencia con agro carburantes? Por favor describe el carburante, el precio y posibles problemas, si existen?

¿Es factible para Ud. consumir agro-carburantes? _____

¿Bajo que condiciones? _____


¿Instalaría una caldera para los agro carburantes en el caso de que el precio sea mucho más reducido con respecto al combustible actual?


Figura 16. Plantilla para la evaluación del mercado-entrevista a un consumidor de biomasa sólida


2.4. Lista de equipos de combustión para biomasa sólida de origen agrario


A continuación se enumeran, en orden alfabético, algunos de los equipos disponibles en el mercado para la combustión de la biomasa sólida procedente de los recursos agrícolas. Las tablas presentan las características de calidad del biocombustible sólido que exige el fabricante (contenido de humedad expresado en base húmeda, % en peso bh; contenido de cenizas expresado en base seca, % en peso bs) como para asegurar un correcto funcionamiento del equipo. El uso de combustibles con diferentes propiedades puede causar la pérdida de la garantía.


Sin embargo, cada vez que un consumidor potencial está interesado en adquirir un sistema de combustión, **SUCELLOG recomienda encarecidamente ponerse en contacto con el fabricante y probar durante un tiempo suficiente (mínimo 1 semana) el tipo exacto de combustible sólido con el fin de evaluar los posibles problemas en el rendimiento.**

Binder		www.binder-gmbh.at					
	Intercambiador de calor:	Agua caliente; Vapor saturado; Intercambiador de calor aire-aire					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	Underfed Hearth RRF	30 %	1,5 %	✓	✓	X	100-5.000 kW
	Moving grate PSRF	15 %	7 %	✓	X	X	>150 kW
	Moving grate TSRF	30 %	7 %	✓	✓	X	>150 kW
	Moving grate SRF	60 %	7 %	✓	✓	X	>150 kW


COMPTE.R		www.compte-r.com					
	Intercambiador de calor:	Agua caliente; Vapor saturado; Intercambiador de calor aire-aire; Fluido térmico					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	GRANUL'ECO	-	-	✓	X	X	600-1.000 kW
	Pelletech	35 %	-	✓	X	X	150-500 kW
	Customised design	-	-	✓	✓	✓	-


GUNTAMATIC		www.guntamatic.com					
	Caldera	Agua caliente					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	POWERCORN; Industrial plant	20 %	-	✓	✓	X	20-1000 kW

HARGASSNER		www.hargassner.at					
	Caldera	Agua caliente					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	AgroFire	-	-	✓	✓	X	25-40 kW

KBW		www.kwb.at					
	Caldera:	Agua caliente					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	Multifire Pelletfire Plus	40 %	-	✓	✓	X	20-120 kW

LIN-KA		www.linka.dk					
	Caldera:	Agua caliente;vapor					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	Shredded straw boiler	15 %	5 %	X	X	✓	200-1500 kW

REKA		www.reka.com					
	Caldera:	Agua caliente					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	Moving grate HKRST	30 %	-	✓	✓	X	20-3500 kW
	Refractor grate HKRSV	50 %	-	✓	✓	X	20-3500 kW
	Manual boiler HK	-	-	X	X	✓	22-125 kW

TWIN HEAT		www.twinheatuk.com					
	Caldera:	Hot water					
	Sistemas de Combustion:	Cont. Máx. Humed.	Cont. Máx. cenizas	Pellet	Astilla	Pacas	Disponibilidad
	Water-cooled burner CS	15 %	-	✓	✓	X	90 kW

2.5. Recomendaciones sobre los contratos de suministro de biomasa

En esta sección se presenta una guía concisa para los consumidores interesados en la suscripción de un contrato con un proveedor de productos de biomasa sólida. Las recomendaciones podrían ser también útiles en los acuerdos entre el proveedor de materia prima y la planta de producción de biomasa sólida.

Las presentes recomendaciones incluyen cláusulas y términos contractuales importantes para un acuerdo con una definición válida; además se identifican otros elementos cuya inclusión puede ser útil para una definición más detallada y una correcta regulación de la relación. Las recomendaciones tienen por objeto especificar las cláusulas que se han dispuesto en el Acuerdo, con el fin de que no sólo la relación entre las partes sea válida y en vigor, sino que están reflejadas las obligaciones recíprocas esenciales.

De hecho, una identificación clara de los derechos y las obligaciones de las partes puede ser muy útil para evitar conflictos entre ellas o, al menos, para llegar a una rápida resolución de los posibles conflictos. En particular:

- la primera parte contiene los elementos esenciales y las cláusulas de los acuerdos; y
- La segunda parte contiene las cláusulas opcionales, en función de requisitos específicos.

CLAUSULAS Y ELEMENTOS ESENCIALES

Forma escrita

Aun cuando no sea legalmente obligatoria, se recomienda encarecidamente suscribir un acuerdo por escrito con el fin de dar certidumbre a la relación.

Individualización de las partes firmantes

En la primera parte del acuerdo debe aparecer la identificación detallada de las partes, comprador y proveedor. Si alguna de las partes es una empresa se debe indicar correctamente la siguiente información:

- Nombre de la compañía;
- Número de identificación fiscal u otro código de identificación;
- Datos de inscripción en el registro mercantil
- Representante legal .

Determinación del objeto del contrato

Es importante definir correctamente el objeto del acuerdo, por ejemplo; listar los servicios prestados de una forma detallada.

En consecuencia, el acuerdo indicará el producto requerido, la cantidad y la calidad estipulada. En el caso de algunas característica del producto, se podrán acordar rangos de valores (en este caso, el acuerdo se cerraría normalmente con un precio variable)

Si el acuerdo prevé la obligación del proveedor de suministrar los productos "a la carta" (sin compromiso de cualquier comprador para comprar una cantidad mínima de productos), puede ser aconsejable incluir un derecho preferente del comprador (es decir, a tener en cuenta que sus órdenes tienen la prioridad sobre las órdenes de otros compradores), con el fin de garantizar el respeto de la fecha límite de la entrega.

La determinación de las especificaciones técnicas y de calidad de producto

El contrato también deberá indicar las características específicas técnicas y de calidad de los productos y obligar al proveedor a cumplir estrictamente con ellos. Por otra parte, el acuerdo asegurará la obligación del proveedor de respetar la normativa vigente, teniendo en especial consideración el origen de los productos y la cadena de producción.

La determinación de la forma de suministro

El acuerdo debe definir los términos y condiciones de la entrega. Es importante especificar:

- la forma de hacer las órdenes de compra. Se recomienda encarecidamente proporcionar órdenes de compra por escrito y una confirmación por escrito de su recepción;
- especificar si la entrega es responsabilidad de un suministrador;
- ubicación de entrega de los productos, las frecuencias y tiempos.

La determinación de la calidad del producto y los procedimientos para comprobar la cantidad y la calidad

Para comprobar la calidad del suministro, es importante definir la forma de verificar la conformidad del producto con las especificaciones de calidad acordadas; Por otra parte, también tendrán que ser acordados sistemas de medición y pesado o cualquier otra medida para comprobar la cantidad de producto entregado.

Finalmente el acuerdo definirá las formas de resolver los conflictos en caso de fallas en la calidad o cantidad del producto suministrado.

La determinación de las obligaciones de las partes

El acuerdo debe listar en detalle las obligaciones de las partes.

La principal obligación del proveedor será la de suministrar productos con las cantidades y calidades especificadas en el contrato, de acuerdo con la forma y el tiempo acordado. Los requisitos de calidad deberán ser especificados: contenido de humedad y / o el poder calorífico, la distribución del tamaño de partícula y contenido de cenizas.

La obligación principal del comprador será enviar los pedidos de acuerdo a los procedimientos acordados y la de pagar por el suministro de acuerdo con el calendario acordado.

Método de valoración y ajuste del precio

La determinación del precio de la oferta es un elemento esencial del acuerdo. El acuerdo puede contener un precio fijo o fijar los criterios para la determinación exacta del precio en un entorno variable.

En contratos a largo plazo, las partes generalmente acuerdan un mecanismo de ajuste del precio (por ejemplo basado en una referenciación a un índice existente).

Modo y calendario en la emisión de facturas y de pagos

El acuerdo debe especificar los documentos tributarios relacionados con los suministros que el proveedor deba entregar al comprador. También debe definir el modo y la programación de la facturación y el pago de los suministros.

La determinación de la duración del acuerdo

Esta cláusula es muy importante, porque establece cuando el acuerdo entra en vigor y su duración y, por lo tanto, determinará el período de tiempo en el que las partes están obligadas por las obligaciones contractuales.

Termino del acuerdo

Es aconsejable que el acuerdo establezca las circunstancias que permiten a cada una de las partes reclamar la terminación anticipada del contrato. Por ejemplo, las violaciones graves de contrato.

Firma del acuerdo

Por último, recuerde que siempre es necesario que el acuerdo se firme y a continuación se marque con las iniciales en cada página y en cualquier archivo adjunto.

OTRAS CLAÚSULAS

Derechos de exclusividad

El acuerdo puede establecer que la relación contractual es en exclusiva. Los derechos exclusivos pueden ser unilaterales, en caso de que el acuerdo obligue a una de las partes, o mutua, en caso de que el acuerdo obligue a ambas partes.

Por lo general, los derechos exclusivos garantizan resultados, tiempos de entrega y precios más bajos en el suministro del producto; en este caso, el acuerdo aplicará para la compra de una cantidad mínima. La zona geográfica en la que se aplican los derechos exclusivos deben estar bien delimitada, teniendo en cuenta la presencia de posibles, presentes o futuros, competidores.

El no cumplimiento de los derechos de exclusividad suele ser causa para la terminación anticipada del contrato.

Clausula sancionadora

Con la introducción de esta cláusula, las partes refuerzan el cumplimiento de las principales obligaciones del contrato - tales como los derechos de exclusividad, los plazos de entrega, el suministro de productos con la calidad acordada – así como regular las consecuencias del incumplimiento de alguno de ellos, acordando una evaluación preventiva y convencional de los daños.

Es necesario que la pena no sea excesiva, y que tenga en cuenta el valor del acuerdo y los daños causados. En cualquier caso, es aconsejable preservar la oportunidad de reclamar una indemnización por daños y perjuicios adicionales.

Fuerza mayor

Con esta cláusula, las partes regulan las consecuencias de eventos de fuerza mayor sobrevenidas (por ejemplo, desastres naturales, huelgas, guerras, etc.) que impiden, en su totalidad o en parte, cumplir con las obligaciones acordadas.

La cláusula tiene por objeto limitar los efectos dañinos de la ocurrencia de tales eventos, comprometiéndose ambas partes a encontrar una solución para evitar o minimizar la pérdida, o bien dando la oportunidad a la parte perjudicada a cesar el acuerdo o reducir sus propias obligaciones.

Prohibición de acuerdo con terceros

Esta cláusula tiene la intención de prevenir que una de las partes, sin la aprobación previa de la otra parte, pueda ceder el contrato a un tercero. Esta disposición es particularmente importante cuando existe una relación de confianza entre las partes ("intuitus personae").

Resolución de disputas

El acuerdo debe incluir un proceso de resolución de conflictos, que debe cubrir todos los aspectos en el desarrollo del acuerdo, y que establecerá qué acciones se consideran como una "violación de contacto" incluso el proceso de terminación.

El acuerdo también puede regular la modalidad de resolución de controversias. Se puede proporcionar, por ejemplo, un intento de solución amistosa antes de recurrir a las autoridades judiciales. Por otra parte, el acuerdo puede identificar un tribunal competente para decidir sobre las disputas o promover la resolución de conflictos por una junta de arbitraje.

Terminación anticipada

Esta cláusula tiene por objeto regular el derecho de una parte a resolver el contrato antes de su terminación natural. Esta cláusula es necesaria en caso de acuerdos sin finalización determinada y puede ser aconsejable en los acuerdos a largo plazo.

La cláusula debe indicar la modalidad en la que se puede ejercer dicha opción (por lo general con un aviso previo por escrito)

Clausulas generales

El acuerdo puede proporcionar cláusulas generales que tienen por objeto regular los diferentes aspectos de la relación, tales como:

- cómo modificar el acuerdo. Es conveniente establecer que cualquier cambio que se haga por escrito y debe ser acordado entre las partes.
- cómo efectuar las comunicaciones relativas a la relación de suministro. Es conveniente proporcionar medios de comunicación que garanticen tanto la seguridad como la velocidad.

3. Evaluación de las instalaciones de producción.

Esta sección ha sido diseñada especialmente para las agroindustrias que deseen constituirse en centros logísticos. SUCELLOG evaluará en la primera parte del proyecto a las agroindustrias presentes en España, Francia, Italia y Austria con el fin de evaluar la compatibilidad de sus equipos con los necesarios para la producción de biomasa sólida.

Aunque se puede encontrar información más detallada en el [Manual sobre cómo llevar a cabo un estudio de viabilidad para convertirse en un centro logístico](#), estudio llevado a cabo en el proyecto SUCELLOG, **las partes más sensibles de una instalación existente cuando se quiere procesar una materia prima distinta para producir biomasa son la maquinaria de secado y el granulador/peletizador.** La Tabla 13 presenta la compatibilidad de los secadores instalados más comunes con respecto a los diferentes formatos de la materia prima. En cuanto a la granuladora, la producción puede ser muy afectada por una materia prima distinta, que puede requerir el cambio de las matrices y la adaptación de la operación.

Tabla 15. Maquinaria de secado habitual y compatibilidad con distintos recursos por su formato.

		Granulado (huesos/cáscara)	Astillas	Herbaceo
Horizontal – Rotatorio		✓	✓	✓
Horizontal – Banda		✓	✓	X
Vertical – Silo	 http://www.solarisrl.com	✓	Comprobar	X

En el caso de que una inversión sea necesaria, la sección presenta en primer lugar una lista de precios. En segundo lugar, se recogen algunos valores para la estimación de los costes de producción y mantenimiento procedentes de otros proyectos europeos. La sección termina con una lista de control para evaluar la instalación de producción de biomasa en términos de la posibilidad de incendio y riesgos ambientales.

3.1. Precios de los equipos

La tabla 14 proporciona precios aproximados de los componentes principales de una instalación de producción de biomasa sólida. Sólo deben considerarse como referencia. **SUCELLOG anima a ponerse en contacto con los**

fabricantes de maquinaria locales con el fin de reunir información más detallada. Los precios sólo corresponden al producto y no incluyen los costos indirectos (como la automatización, instalación eléctrica y montaje).

Tabla 16. Precios de equipos

Equipamiento	Capacidad	€ (sin impuestos)
Línea de peletizado (Incluye secado, Molino, peletizador y refrigerador)	Entre 0,3 t/h y 1 t/h	400.000 €
	Entre 3t/h y 5 t/h	900.000 €
Secadero rotativo horizontal	0,1 t capacidad de evaporación de agua (=300 kg/h materia prima seca) (quemador no incluido)	100.000 € 300.000 €
	1,3 t capacidad de evaporación de agua (=5 t/h materia prima seca) (quemador no incluido)	
Secadero horizontal de banda	1,3 t capacidad de evaporación de agua (=5 t/h material prima seca) (quemador no incluido)	470.000 €
Mezcladora	Capacidad : 0,3 m ³ – 1 t/h de mezcla	20.000 €
	Capacidad : 1 m ³ – 5 t/h de mezcla	50.000 €
Molino+Peletizadora/granuladora	0,3 t/h	
	Peletizadora	50.000 €
	Molino	20.000 €
	.	
5 t/h		150.000 €
Peletizadora	60.000 €	
Molino		
.		
Enfriador	1 t/h de pellets	20.000 €
	5 t/h de pellets	40.000 €
Picadora rotativa	6 t/h	117.000 €
Quemador	Quemador de aire caliente para secadero rotativo : 2 MW	150.000 €
	Caldera de agua caliente para secadero de banda: 2 MW	270.000 €

3.2. Referencias en producción y costes de mantenimiento.

Los costes de producción de biomasa sólida dependen del tipo de instalación de procesamiento de la materia prima y del tipo de materia prima, por ejemplo, el coste de generar un pellets de madera no es el mismo que el pellet de paja. Lo mismo sucede para los costes de mantenimiento. El productor de biomasa debe, por lo tanto, evaluar cuidadosamente los propios costes relacionados.

El proyecto europeo [MixBioPels](#) evaluó los costes de producción en €/MWh para diferentes biomásas sólidas de origen agrario, en formato de pellets y briquetas. Los resultados se pueden observar en la Figura 17 incluyendo los costes de fabricación de briquetas o de peletización en €/MWh, así como las fluctuaciones de precios de madera combustibles fósiles. Incluye también el coste de adquisición de la materia prima y el coste

de cosecha, transporte (hasta 50 km), así como el secado y la granulación / fabricación de briquetas. Los costos varían de 18 a 56 € / MWh, dependiendo de la materia prima utilizada y la planta de procesamiento.

De acuerdo con el estudio realizado por MixBioPells, **los costes de fabricación de briquetas o peletización puede representar del 11 al 32% de los costes totales del combustible biomásico**. El proyecto pone de relieve la necesidad de una óptima gestión de los costes en planta, especialmente con respecto a la producción de pellets de materias primas mezcladas.

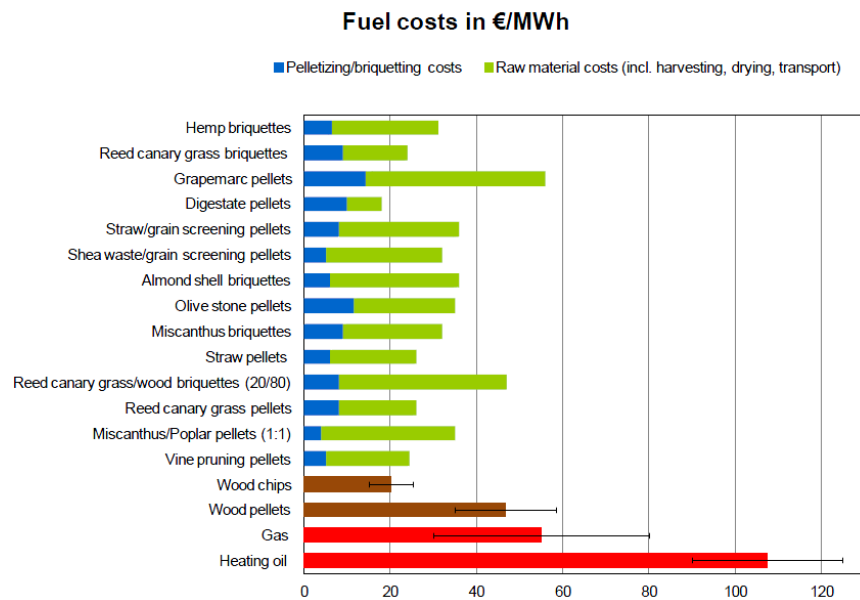


Figura 17. Costes de biomasa incluyendo costes de peletizado y enbriquetado en €/MWh así como las fluctuaciones de precios en madera y combustibles fósiles (MixBioPells project)

En cuanto a los costos de mantenimiento, el proyecto Biomass Trade Centres (<http://www.biomasstradecentre2.eu/Biomass-Trade-Centrell/>) ofrece al usuario a través de su página Web un cálculo financiero en hoja de Excel con valores de utilidad, propuestos en la normativa alemana VDI 2067. Los porcentajes de mantenimiento respecto a los costes de inversión de este proyecto se muestran en la Tabla 15.

Tabla 17. Porcentajes de mantenimiento, VDI 2067 (Biomass Trade Centre Project)

Equipo	coste de mantenimiento respecto inversión
Almacenamiento cubierto	1,0 %
Almacenamiento en superficie pavimentada	1,0 %
Contenedor para oficinas	1,0 %
Instalaciones exteriores	1,0 %
Costes de acondicionamiento	1,0 %
Báscula de pesaje	2,0%
Sistemas de suministro de combustible	3,0 %
Ventiladores de secado	3,0 %
Unidad de selección de tamaños	3,0 %
Cortador de madera	1,0 %
Vehículos	3,0 %

Adicionalmente, el Proyecto S2Biom (<http://s2biom.alterra.wur.nl/>) contiene una lista completa de los componentes logísticos en cada etapa de la cadena de producción de biomasa. Ofrece una amplia gama de datos y descripciones para cada entrada (Tabla 16).

Tabla 18. Datos sobre costes de operación y mantenimiento (O&M) de los diferentes componentes logísticos (S2Biom project)

Fase principal	Actividad específica	costes O&M [€/t]
Cosecha	Empacado	2,90 - 14,50
	Recogida en campo	3,00 – 3,50
Manejo de materias primas	Manipulador telescópico	0,68 - 0,93
	Grúa	7,20 – 8,00
	Cargador frontal	1,80 -2,00
Secado	Secador de banda	1
	Calentador	1
	Tambor rotativo	1
Peletizadora	Grande (4,5 ton / h)	50
	Media (1,4 ton / h)	57
	Pequeña (0,4 ton / h)	68
Reducción de tamaño	Trituradora de tambor	7,75 - 15,16 [€/m ³]
	Astilladora de disco	6,72 - 13,48 [€/m ³]
	Astilladora tornillo	13,44 [€/m ³]
	Troceadora	1,95 [€/m ³]

3.3. Chequeo en la evaluación de riesgos cuando se produce biomasa sólida.

La ampliación de una agroindustria hacia una nueva actividad como centro de logístico de biomasa estacional implica la transformación de nuevas materias primas de origen orgánico en sus instalaciones. La manipulación y el almacenamiento de la biomasa genera dos riesgos principales para la seguridad en el trabajo: el riesgo de incendio y de impacto social o ambiental

Esta sección proporciona una visión general de la prevención de riesgos, prestando especial atención al almacenamiento de la biomasa. La tabla 17 ha sido elaborada como una lista de control para ser utilizada por el responsable de riesgos en las instalaciones a la hora de evaluar los riesgos. Se basa en normativa europea pero no constituye ni una auditoría interna o auditoría reglamentaria. La legislación local y nacional debe ser consultada también para asegurar su cumplimiento.

La principal causa de incendios en un lugar de almacenamiento de la biomasa es la introducción de una fuente de ignición exógena en forma de:

- Llama(trabajo en altas temperaturas);
- Element incandescente (Rayos, cigarrillos);
- Partículas incandescentes por el manejo de equipos;
- Descarga eléctrica (rayos, electricidad estática).

Los principales impactos ambientales causados por el almacenamiento de biomasa en condiciones normales son:

- El sonido del equipo de procesamiento;
- La contaminación en la red de recogida de las aguas pluviales de aguas por los contaminantes exógenos
- Emisión de polvo desde la biomasa (difusa, liberación conducida)

Los principales impactos sociales causados por el lugar de almacenamiento de biomasa en condiciones normales son:

- Accidentes de trabajo (caídas, accidentes de manejo) ;
- Riesgo de incendio ;
- Enfermedades o accidentes laborales ;

Con el fin de reducir el riesgo de ocurrencia de accidentes de este tipo, se deben poner en práctica las medidas de prevención y protección que se presentan en la tabla a continuación. Tanto a nivel de instalaciones de almacenamiento, como de instalaciones de manipulación relacionadas.

Tabla 19. Lista de chequeo de medidas preventivas y de protección

RIESGO DE INCENDIO		
Medidas preventivas	Cumplimiento/no cumplimiento	Comentarios
Estructura de la nave de almacenamiento de biomasa		
Implementación de un estudio técnico que acredite que un daño / fuego (pared, techo, vigas, postes) no causa un daño global que afecte toda la estructura del edificio.		
Las naves de almacenamiento presentan características de reacción y resistencia al fuego. Las características mínimas serán las siguientes: - Las paredes externas deben realizarse con componentes adaptados - Toda la estructura tiene que tener una resistencia mínima al fuego de 15 min - La separación entre las paredes de las celdas de almacenamiento y entre una celda de almacenamiento y una sala técnica tiene una resistencia al fuego mínima de 2 horas.		
Revisión periódica y mantenimiento de equipos		
Mantenimiento de la instalación eléctrica en la nave de almacenamiento debe contar con: - Partes o equipaciones metálicas (masas) con protección por apantallamiento eléctrico con conexión de puesta a tierra contra choques eléctricos y frentes de llama, para cables y otras líneas - Al menos una salida equipada con un interruptor de la alimentación central, claramente señalado, capaz de cortar la alimentación general del edificio.		
Mantenimiento de los dispositivos de seguridad y extinción de incendios (por ejemplo, instalaciones de evacuación de humos, detección y sistemas de extinción, puertas cortafuego, bandas secas).		
Evaluación del riesgo de rayos		
Explotación		
Prohibición de fumar		
Prohibición de la quema al aire libre		
La prohibición de llevar el fuego, en cualquier forma, cerca del lugar de almacenamiento.		
Visualización de instrucciones y procedimientos (parada de emergencia y solicitud de equipos de seguridad, advertencias)		
Monitoreo de la nave de almacenamiento por personal de guarda o vigilancia a distancia, para la transmisión de alerta a los bomberos y servicios de emergencia.		

Medidas preventivas	Cumplimiento/no cumplimiento	Comentarios
Trabajo		
Prevención de trabajos con altas temperaturas en la nave de almacenamiento		
Chequeo de los equipos dos horas después de la finalización de su trabajo y antes de recomenzar la actividad		
Limpieza de las instalaciones		
Limpieza regular de las instalaciones		
Limpieza de los equipos enfocada a la eliminación de riesgos		
Almacenamiento de la biomasa por tiempo limitado		
Medidas de protección	Cumplimiento/no cumplimiento	Comentarios
Existencia de un sistema de extracción de humos		
En las partes más altas, el edificio estará equipado con instalaciones de evacuación naturales de humos y de calor.		
El control manual de las instalaciones de evacuación se instalará, como mínimo, en dos puntos opuestos del edificio, cerca de las salidas.		
Presencia de un sistema de detección de incendios		
Sistema de detección automática de incendios para las naves, instalaciones técnicas y oficinas situadas cerca de los lugares de almacenamiento. Deberá incluir la transmisión automática de alarmas al operador		
El sistema de detección activará una alarma audible en cualquier punto del edificio		
Medidas de intervención	Cumplimiento/no cumplimiento	Comentarios
Extintores distribuidos por las instalaciones		
Hidrantes para suministro de agua de la red pública o privada (caudal mínimo de 120 m ³ / h durante 2 horas), a menos de 100 m del lugar de almacenamiento.		
Reservas de agua disponibles		
Presencia de balsa de retención de aguas de extinción		
Plan de evacuación		
IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES		
Medidas ambientales	Cumplimiento/no cumplimiento	Comentarios
Emisión de polvo		
Limitación temporal de almacenamiento en el exterior		
Techo de protección para la de carga y descarga o una aspiradora central (si es necesario)		
Sistemas de desempolvado		
Registro de limpieza		
Ruido		
Estudio de Ruido (si el sitio está cerca de poblaciones)		
Contaminación del agua		
Evitar la contaminación de aguas residuales debido al tráfico de camiones (trampas de lodos, separador de aceite en la red de aguas pluviales)		

Medidas de seguridad	Cumplimiento/no cumplimiento	Comentarios
Paneles de comunicación e información (Existen y son visibles instrucciones generales de seguridad)		
Los empleados están capacitados para el manejo de equipos de extinción de incendios		
Equipo de protección personal adecuado (PPE) disponible para cada empleado (ropa de trabajo, mascarillas contra el polvo, guantes de protección) especialmente en la manipulación del material		
Todas las puertas de entrada están equipadas con barandilla		
Los trabajos en altura se realizan con un plan de prevención		
Los silos están equipados con instalaciones de evacuación adecuadas (vías y salidas de emergencia)		
Los empleados son capaces de hacer frente a situaciones de emergencia y avisar a los servicios de emergencia. Las normas de seguridad existen por escrito.		

Las siguientes directivas europeas que detallan las recomendaciones arriba expuestas pueden ser consultadas:

- DIRECTIVA 2012/18/EU DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio de 2012, sobre el control de los riesgos inherentes a los accidentes graves con sustancias peligrosas, modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82 / CE del Consejo
- DIRECTIVA 94/9/EC DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de marzo de 1994, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas
- DIRECTIVA 2006/11/EC DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de febrero de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad

4. Evaluación de la sostenibilidad ambiental de un nuevo proyecto

La evaluación de los aspectos de sostenibilidad del Proyecto es tan importante como la referente a los técnicos económicos.

Aunque la Directiva de Energía Renovable 2009/28/ CE establece los criterios de sostenibilidad vinculantes para los biocarburantes y biolíquidos, para la biomasa sólida y gaseosa no existen la obligatoriedad de cumplirlos. Sin embargo la Comunicación de la Comisión Europea, COM / 2010/11 (no vinculante), recomienda encarecidamente tener en cuenta los siguientes:

- Art.17, part 2. La reducción mínima de Gases de Efecto Invernadero será del 35%.
- Art.17, part 1. Los residuos y desechos deben cumplir la reducción mínima, pero no el resto de los criterios
- Art.17, parts 3,4,5. Materias primas provenientes de zonas de alta biodiversidad, de reservorios de carbono o de turberas no drenadas no es recomendable.
- Art.17, part 6. Las materias primas producidas en la UE deben ser procesadas en conformidad con los requerimientos y regulaciones que afectan a la agricultura europea
- Art.18, part 1. Es obligatorio para los agentes económicos demostrar el cumplimiento de los criterios y los métodos utilizado en relación con el balance de masas y la cadena de custodia.

Las siguientes sub-secciones presentan, en primer lugar, una herramienta para el cálculo de las emisiones de GEI en la nueva línea de negocio y los ahorros en comparación con los combustibles fósiles, y en segundo lugar los límites de emisiones europeos fijados para las instalaciones de combustión que trabajan con biomasa.

4.1. Evaluación del ahorro de emisiones de gases de efecto invernaderos

Muchas herramientas están disponibles en la web para evaluar la cantidad de ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la utilización de la biomasa sólida. El Proyecto europeo Biograce II (<http://www.biograce.net/>) Apunta hacia la armonización de los métodos de cálculo para emisiones GEI. El proyecto ha elaborado una herramienta, aprobada por la Comisión Europea y está disponible en la web con formato Excel de descarga gratuita.

El enfoque de Biograce II tiene en cuenta no sólo la conversión de la biomasa sólida sino también a toda la cadena logística de la materia prima en la contabilización de los ahorros. Por lo tanto, la herramienta considera la recolección y el transporte de la materia prima, el tratamiento previo para alcanzar el producto final, el transporte del producto y la conversión final. La lista de la biomasa sólida disponible para la evaluación se muestra en la Figura 18.

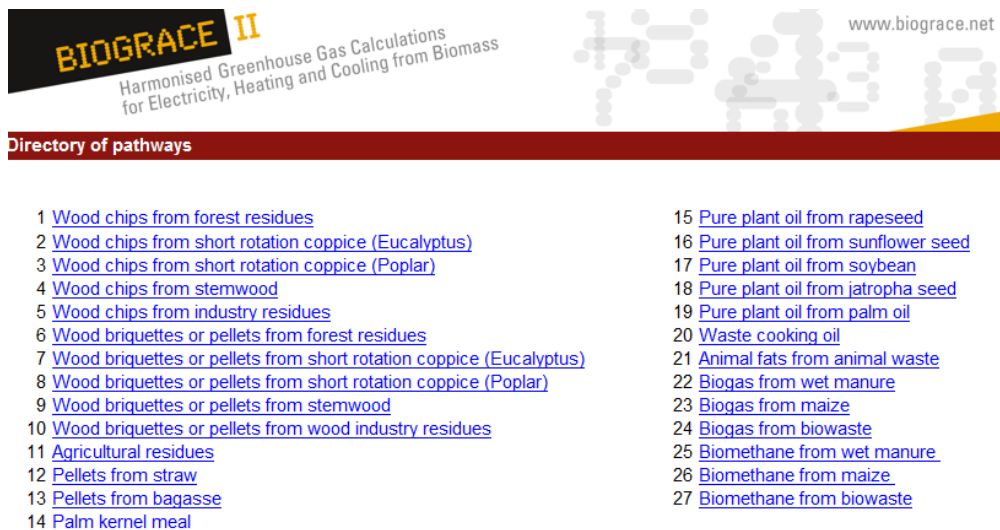


Figura 18. Directorio de la biomasa sólida evaluada a través de la herramienta (Proyecto Biograce II)

Para cada caso particular se deben introducir datos para numerosas variables (también están incluidas referencias estándar):

- Configuración general: salida principal (calor / potencia), la eficiencia y / o la temperatura del calor útil de conversión)
- Empacado de los recursos herbáceas o recolección para los demás: humedad, el consumo de energía durante la cosecha
- Transporte de materia prima: tipo de transporte, distancia
- Consumo de energía en el secado
- Producción de pellets / viruta: humedad, consumo de energía durante la peletización / astillado
- Transporte de pellets / pacas / astilla / otros: humedad, cadena de transporte y distancias
- Conversiones finales: tipo de final de la conversión energética (por ejemplo Caldera) y las emisiones
- Opciones de captura y almacenamiento de CO₂

La Figura 19 muestra los resultados obtenidos en un caso donde el uso de pellet de paja para generación de calor y electricidad fue evaluada.

Overview Results

Energy carrier (including emissions from the fuel in use)				Default values JRC report	Final energy				Allocation factors & references	
All results in g CO _{2,eq} / MJ _{straw pellets}	Non-allocated results	Total (allocated results)	Actual/ Default		Electricity All results in g CO _{2,eq}		Heat per MJ as indicated		Allocation factors	
Cultivation e_{ec}		0,0	A	0					Production chain	
Feedstock is a residue	0,00	0,00		0,00					100,0% to energy carrier 0,0% to co-product(s)	
Processing e_p		6,1	A	6,1					CHP	
Baling of straw	1,10	1,10		1,11					43,8% to electricity 56,2% to heat	
Straw pellet production	5,01	5,01		5,01						
Transport e_{td}		9,9	A	9,9						
Transport of straw bales	0,65	0,65		0,65						
Transport of straw pellets	9,22	9,22		9,23						
Emissions from the fuel in use e_u		0,3	A	0,3						
CH ₄ and N ₂ O emissions at final converters	0,29	0,29		0,30						
Land use change e_l or e_{soa}	not applicable									
Bonus	not applicable									
e _{ccr} + e _{oos}	0,0	0,0								
Totals	16,3	16,3		16						

Allocation factors & references			
Allocation factors			
Production chain	100,0% to energy carrier 0,0% to co-product(s)		
CHP	43,8% to electricity 56,2% to heat		
Fossil fuel references			
186	g CO _{2,eq} /MJ _{electricity}		
80	g CO _{2,eq} /MJ _{heat}		
47	g CO _{2,eq} /MJ _{cooling}		

GHG emission reduction			
Electricity	87%	Heat	87%
		Cooling	

Figura 19. Resultados de un ejemplo para pellet de paja: 87% en reducción de emisiones GEI para ambas generaciones eléctrica y térmica (proyecto Biograce II)

4.2. Límites de emisión para la combustión de biomasa sólida

Además de CO₂, la combustión de biomasa produce emisiones de de partículas (PM), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV). La cantidad y tipo de cada emisión dependen del tipo de combustible utilizado, así como de la configuración de la caldera y su rendimiento de la operación.

Con el fin de regular estas emisiones, la Unión Europea ha elaborado a lo largo de los años una serie de directivas que han sido transpuestas a legislación nacional. Los países y regiones pueden establecer además, límites más restrictivos. Las regulaciones europeas actualmente en vigor son:

- Directiva 2010/75/EU para instalaciones a gran escala (> 50 MW_t), que establece los límites de emisión siguientes en las plantas ya existentes:

Tabla 20. Límites de emisión en plantas >50 MW_t térmicos

Potencia térmica instalada (MW _t)	PM (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)
50-100	30	200	300
100-300	20		250
> 300	20		200

- Para instalaciones de 1 a 50 MW_t no hay limitaciones actualmente en vigor a nivel europeo, aunque los países pueden tener sus propias restricciones. El paquete Clean Air Policy establece niveles de emisiones de las plantas existentes para ser llevados a cabo antes de 2030:

Tabla 21. Límites de emisiones para instalaciones de 1-50 MW_t térmicos

Potencia térmica instalada (MW _t)	PM (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)
1-5	50	200	650
5-20		300 (a base de paja)	
20-50		30	

- El Reglamento (UE) 2015/1185 para las estufas de biomasa y el Reglamento (UE) 2015/1189 de la Comisión para las calderas de biomasa entrará en vigor en 2020. Ellos establecerán los límites de

emisión para instalaciones de pequeña potencia (<500 kWt) trabajando con biomasa de madera (ya sea agraria o forestal). Las calderas con biomasa no leñosas están exentas. Los límites serán:

Tabla 22. Límite de emisiones para plantas < 500 kW_{térmicos}

Alimentación	Particles	CO	VOC	NOx
	mg/Nm ³ at 10 % O ₂			
Manual	60	700	30	200
Automática	40	500	20	