
OBSERVATORIO INDUSTRIAL DEL SECTOR ENERGÉTICO DE CASTILLA Y LEÓN



Denominación del Trabajo:

CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y APROVECHAMIENTOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES GENERADOS EN EL SECTOR DE LA MADERA

ESTUDIO SECTORIAL

Empresa Consultora:



Parque Tecnológico de Castilla y León
47151 Boecillo (Valladolid)
Telf.: 983 548 938 Fax: 983 546 683
www.mediotec.net



ESTUDIO SECTORIAL:

CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y APROVECHAMIENTOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES GENERADOS EN EL SECTOR DE LA MADERA

1	Introducción.....	2
1.1	Equipo de trabajo propuesto	3
2	Objetivos del proyecto.....	4
3	Diagrama de flujo resumen del proyecto.....	5
4	Fuentes consultadas.....	6
5	Fase I. Diseño del Estudio y recogida de datos	10
5.1	Metodología.....	10
5.2	Inventario de empresas a nivel Regional	12
5.2.1	Inventario de empresas a nivel municipal.....	14
5.3	Análisis de procesos, principales procesos generadores de residuos	20
5.3.1	Aserrado, cepillado, primer tratamiento de la madera y la fabricación de tableros.	20
5.3.2	Fabricación de muebles mobiliario y carpintería de madera.	21
5.3.3	Fabricación de corcho	22
5.4	Identificación de residuos valorizables.....	22
5.5	Cartografía temática	25
5.6	Difusión, captura, y análisis de datos para el estudio	25
5.6.1	Metodología.....	25
5.6.2	Difusión y captura de datos	29
5.6.3	Análisis de datos.	31
6	Fase II: Estudio de aprovechamiento.....	42
6.1	Alternativas de valorización de los residuos de la industria de la madera.....	42
6.2	Residuos potencialmente valorizables, masa crítica, y viabilidad económica	48
6.2.1	Residuos potencialmente valorizables	48
6.2.2	Áreas potenciales de aprovechamiento de residuos	50
6.2.3	Potencia térmica y eléctrica disponible.....	54
6.2.4	Datos sobre costes de inversión y masa crítica	56
7	Conclusiones.....	61
8	Anexos	64
8.1	Planos.....	65
8.1.1	DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE EMPRESAS	64
8.1.2	DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE RESIDUOS GENERADOS.....	64
8.1.3	DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GESTIONADOS.....	64
8.1.4	DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL DE RESIDUOS POTENCIALMENTE APROVECHABLES	64
8.2	Formularios de captura de datos	66
8.3	Circular informativa CECALÉ	72
8.4	Base de datos de empresas inventariadas	73



1 Introducción

Se ha en cargado a la empresa MEDIOTEC CONSULTORES S.A., por parte de CECALE, la elaboración de este estudio de cuantificación y aprovechamiento de los residuos de las empresas de la madera.

Al proceso de valorización de residuos de madera que engloba el transporte, almacenamiento, clasificación, limpieza y reducción de volumen para su posterior reciclado o aprovechamiento energético, se le puede denominar RECUPERACIÓN DE LA MADERA, que surge de la necesidad de valorizar los residuos de este material que se generan fundamentalmente en la industria de la madera y el mueble.

Esta actividad contribuye al respeto del medio ambiente por:

- Se disminuye considerablemente el porcentaje de madera virgen empleada en la fabricación de tableros de partículas.
- La madera es un almacén natural de dióxido de carbono (CO_2). Para formar una tonelada de madera (0% de humedad), los árboles procesan y fijan 1,85 toneladas de CO_2 , con lo que se disminuye el efecto invernadero.
- La madera es un residuo voluminoso, por lo que con su recuperación se minimiza de manera notable la ocupación de vertederos.
- Se puede emplear como fuente renovable de energía.

Es indudable pues, la necesidad de una adecuada gestión de los residuos de madera encaminada a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y al respeto del medio ambiente en el presente y en el futuro.



1.1 Equipo de trabajo propuesto

El equipo de trabajo encargado del proyecto esta constituido por un grupo multidisciplinar de consultores, con experiencia probada en este tipo de trabajos, y con la formación necesaria para su realización.

Como integrantes del equipo multidisciplinar se contará con al menos con las siguientes titulaciones:

- Ingeniero Industrial (director del proyecto)
- Ingeniero de Montes (consultor)
- Ingeniero Técnico Forestal (consultor)
- Licenciado en Ciencias Ambientales (consultor)
- Ingeniero Técnico Agrícola (consultor)
- Licenciado en Ciencias Económicas (consultor)



2 Objetivos del proyecto

Podemos definir el objetivo como la realización de un estudio sobre los residuos industriales que se generan en el sector de la madera en el ámbito Regional de Castilla y León, con el objetivo de estudiar propuestas de valorización y aporte en la cadena de valor de la transformación de la madera.

Los trabajos a desarrollar, realizados en el ámbito geográfico de la Comunidad Autónoma de Castilla y León para las empresas del sector de la transformación de la madera, consisten en:

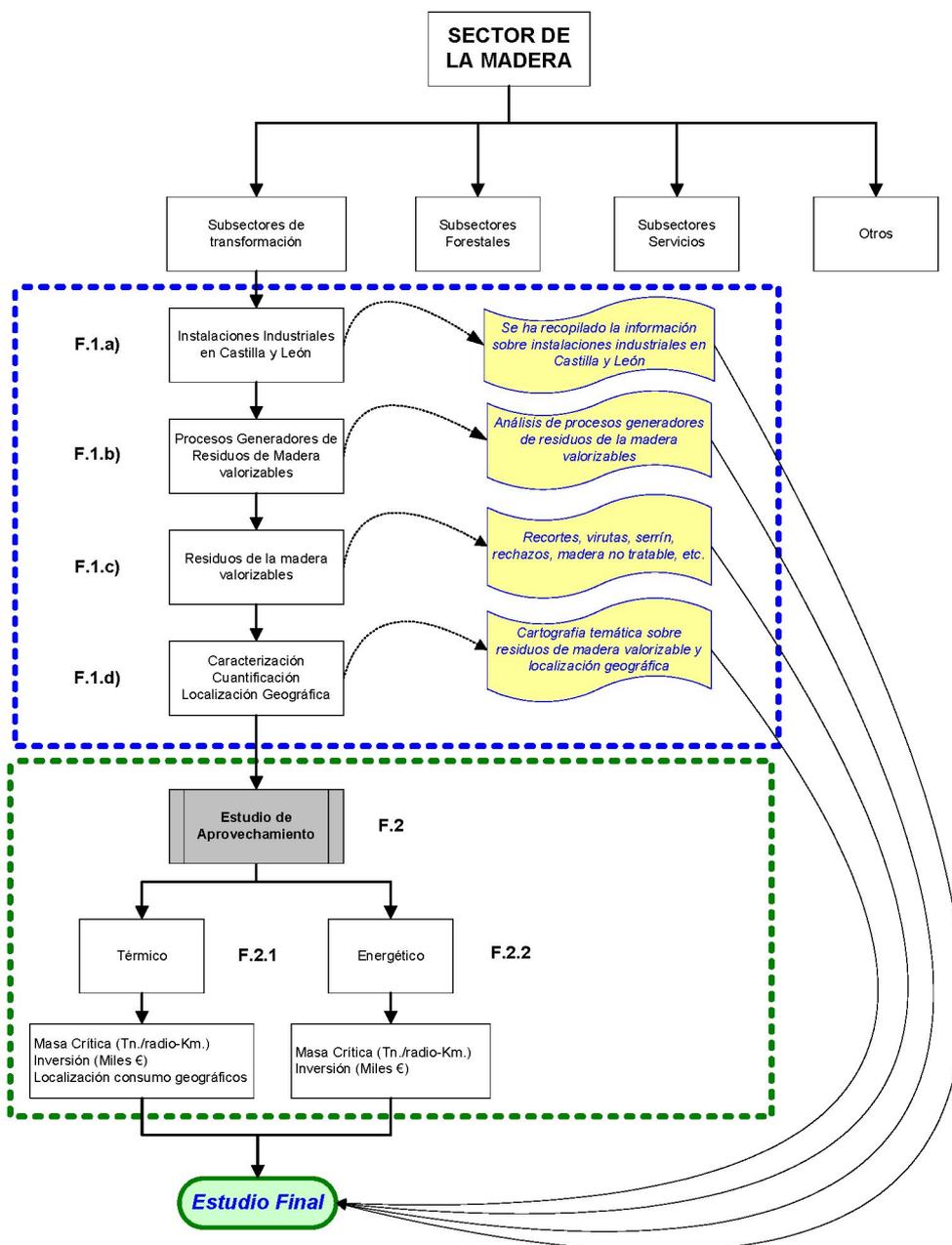
1. **IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR** residuos industriales con posibilidades de valorización en el sector de transformación de la madera en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.
2. **CUANTIFICAR Y LOCALIZAR GEOGRAFICAMENTE** la generación de este tipo de residuos.
3. **ESTUDIAR POSIBILIDADES DE VALORIZACIÓN** revisar e identificar posibilidades de valorización (técnica y económicamente viable) en procesos de generación térmica y/o energética con el objetivo de aportar valor en la cadena de transformación de la madera.
4. **FAVORECER LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EL SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA** la potencialidad de la valorización energética de los residuos del sector de la madera contribuirá de una forma clara a la sostenibilidad ambiental del sector y su actividad en el contexto de economía global.

3 Diagrama de flujo resumen del proyecto

En el siguiente esquema se puede observar las distintas fases que compondrán el estudio realizado, para la cuantificación y aprovechamiento de los residuos de madera en Castilla y León:



ESTUDIO SECTORIAL DE CUANTIFICACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL SECTOR DE LA MADERA EN CASTILLA Y LEÓN





4 Fuentes consultadas

Para el desarrollo del estudio, durante todas sus fases, se han tenido en cuenta las siguientes fuentes de datos que a continuación se mencionan:

- Base de datos Camer Data: “Castilla y León ENR”, registro de empresas de Castilla y León.
- Bases de datos propias.
- Asociaciones regionales del sector:
 - Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su industria en Castilla y León (CESEFOR):
Dirección: P.I. las Casas. c/c, parcela 4, 42005, Soria
Teléfono: 975 212 473 / Fax: 975 231 636
 - Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO):
Dirección: Paseo de la Castellana, 166, esc. 3, 10º A, 28046, Madrid
Teléfono: 91 3500 170
 - Cámara de Contratistas de Castilla y León.
Dirección: Edificio Francisco de Praves, c/ Valle de Arán s/n, 47010, Valladolid
Teléfono: 983 252 210 / 983 320 011
 - Asociación Castellano Leonesa de empresas de Ingeniería y Consultoría (ACALINCO).
Dirección: Acera Recoletos, 18, 1º, 47004, Valladolid
Teléfono: 983 210 602 / Fax: 983 296 467
 - Confederación de Empresarios de la Madera de Castilla y León (CEMCAL).
Dirección: Plaza Fuente Dorada, 1, 1º, 47004 Valladolid
Teléfono: 983 357 981 / Fax: 983 372 106
 - Federación Leonesa de Empresarios (FELE, pertenece a CEMCAL).
Dirección: c/ Independencia, 4 5ª planta, 24001, León
Teléfono: 987 218 250 / Fax: 987 206 817



- Federación Abulense de Empresarios (CONFAE, pertenece a CEMCAL).
Dirección: Plaza Santa Ana, 7, 3ª planta, 05001, Ávila
Teléfono: 920 251 500 / Fax: 920 213 571

- Federación de Asociaciones Empresariales de Burgos (FAE, pertenece a CEMCAL).
Dirección: Plaza Castilla, 1, 4ª planta, 09003, Burgos
Teléfono: 947 266 142 / Fax: 947 273 797

- Federación de Asociaciones Empresariales de Palencia (CPOE, pertenece a CEMCAL).
Dirección: Plaza Abilio Calderón, 4, 3ª planta, 34001, Palencia
Teléfono: 979 702 528 / Fax: 979 702 567

- Federación de Asociaciones de la Madera de Salamanca (FAMSA, pertenece a CEMCAL).
Dirección: Apartado de Correos, 687. Avda. Carlos I nº 64, 37008 Salamanca
Teléfono: 923 200 304 / Fax: 923 225 501

- Federación Empresarial Segoviana (FES, pertenece a CEMCAL).
Dirección: c/ Loeches, 1, planta baja, 40002, Segovia
Teléfono: 921 432 212 / Fax: 921 440 718

- Federación de Organizaciones Empresariales Sorianas (FOES, pertenece a CEMCAL).
Dirección: c/ Vicente Tudor, 6, 4ª planta, 42001, Soria
Teléfono: 975 266 222 / Fax: 975 233 223

- Asociación Vallisoletana de Empresarios de la Madera (AVEMA).
Dirección: Plaza Fuente Dorada, 1, 1º, 47001, Valladolid
Teléfono: 983 357 981 / Fax: 980 518 482

- Confederación de Organizaciones Zamoranas de Empresarios (CEOE – CEPYME ZAMORA, pertenece a CEMCAL).
Dirección: Plaza de Alemania, 1, 49014, Zamora
Teléfono: 980 523 758 / Fax: 980 518 482



- Bibliografía:
 - Guía del sector forestal de Castilla y León, 04/05. Centro de Servicios Forestales y su Industria de Castillas y León (CESEFOR).
 - Biomasa: Gasificación. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. Octubre 2007
 - Biomasa: Digestores anaerobios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. Octubre 2007.
 - Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. Octubre 2007.
 - Programa de Autodiagnóstico Medioambiental para microempresas del sector de la madera, corcho y muebles de madera de Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Medioambiente.
 - Evaluación de los recursos de biomasa forestal en la provincia de Soria. Análisis de alternativas para su aprovechamiento energético. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. 2005

- Guías sectoriales:
 - Atlas Forestal de Castilla y León.
 - Guía de buenas practicas ambientales, industrias de la madera y la fabricación del mueble. Consejería de Agricultura, Agua y Medioambiente de la Región de Murcia
 - Manual de buenas prácticas ambientales en la familia profesional: Industria de la madera y del corcho. Ministerio de Medio Ambiente
 - Guía de buenas prácticas medioambientales: sector del mueble. Universidad Politécnica de Valencia.
 - Guía sobre la recuperación de residuos de madera, valorizar madera alargar su ciclo de vida. Confederación Española de Empresarios de la Madera (CONFEMADERA).



- Páginas web:

- www.appa.es
- http://www.aytocuellar.es/villa/8med_biomasa.htm
- www.confemadera.es
- www.rosaldelafrontera.org
- www.agores.org
- www.paisatge.net

5 Fase I. Diseño del Estudio y recogida de datos

5.1 Metodología.

El primer paso consiste en definir e inventariar las actividades industriales del sector de la madera que pueden generar en sus procesos residuos industriales susceptibles de valorización térmica y/o energética.

Las actividades industriales, inventariadas, se agrupan en distintos “subsectores” que tienen en común procesos productivos similares, diferenciando principalmente dos tipos de “subsectores”, con sus actividades principales:

1. Madera y primera transformación
 - a. Rematantes de madera
 - b. Almacenistas
 - c. Serrín de madera y astillado
 - d. Aserrado de madera
 - e. Desenrollo, tablero chapado y contrachapado
 - f. Tableros de fibras y partículas
 - g. Impregnación y tratamiento de maderas

2. Madera y segunda transformación de la madera
 - a. Carpintería
 - i. Parquet y tarima
 - ii. Puertas de madera
 - iii. Ventanas de madera
 - iv. Otras piezas de carpintería
 - v. Casas de madera
 - b. Envases y embalajes
 - i. Embalaje de madera
 - ii. Tonelería

- c. Muebles de madera
 - i. Sillas y asientos
 - ii. Mueble de oficina y escolar
 - iii. Muebles de cocina y baño
 - iv. Mueble domestico
 - v. Mueble de jardín
 - vi. Muebles diversos de madera
 - vii. Muebles de forja
 - viii. Auxiliar del mueble
 - ix. ataúdes
- d. Estructuras de madera

La tipología de las actividades que se desarrollan se agrupan en los siguientes epígrafes CNAE, que engloban todas las actividades antes mencionadas:

- 1ª Transformación de la madera

Definiremos 1ª transformación de la madera como las actividades destinadas a la preparación de la madera y fabricación de estructuras de madera distintas a la fabricación de muebles.

Epígrafe CNAE	Descripción de la actividad
20	Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería
20.10	Aserrado y cepillado de la madera; preparación industrial de la madera
20.20	Fabricación de chapas, tableros contrachapados, alistonados, de partículas aglomeradas, de fibras y otros tableros , paneles y chapados
20.30	Fabricación de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería
20.301	Fabricación de piezas de carpintería y ebanistería para la construcción
20.302	Fabricación de estructuras de madera
20.40	Fabricación de envases y embalajes de madera
20.50	Fabricación de otros productos de madera. Fabricación de productos de corcho, cestería y espartería
20.51	Fabricación de otros productos de madera
20.52	Fabricación de productos de corcho, cestería y espartería

Fuente: CNAE rev.95

- 2ª Transformación de la madera

Definiremos como segunda transformación de la madera como toda actividad de fabricación de muebles, mobiliario, y actividades relacionadas con la fabricación de muebles, con madera proveniente de la primera transformación

Epígrafe CNAE	Descripción de la actividad
36	Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras
36.1	Fabricación de muebles
36.11	Fabricación de sillas y otros asientos
36.12	Fabricación de muebles de oficina y establecimientos comerciales
36.13	Fabricación de muebles de cocina y baño
36.14	Fabricación de otros muebles
36.141	Fabricación de muebles domésticos
36.142	Fabricación de muebles de jardín
36.143	Fabricación de otros muebles diversos
36.144	Actividades relacionadas con la fabricación de muebles

Fuente: CNAE rev.95

5.2 Inventario de empresas a nivel Regional

A continuación se pasa a cuantificar el peso de la industria de la madera y sus derivados en la región castellano leonesa, recogiendo el número de empresas que podemos encontrar en cada municipio.

En la siguiente tabla podemos observar el número estimado de empresas en cada provincia, según el epígrafe de la agrupación a la que correspondan:

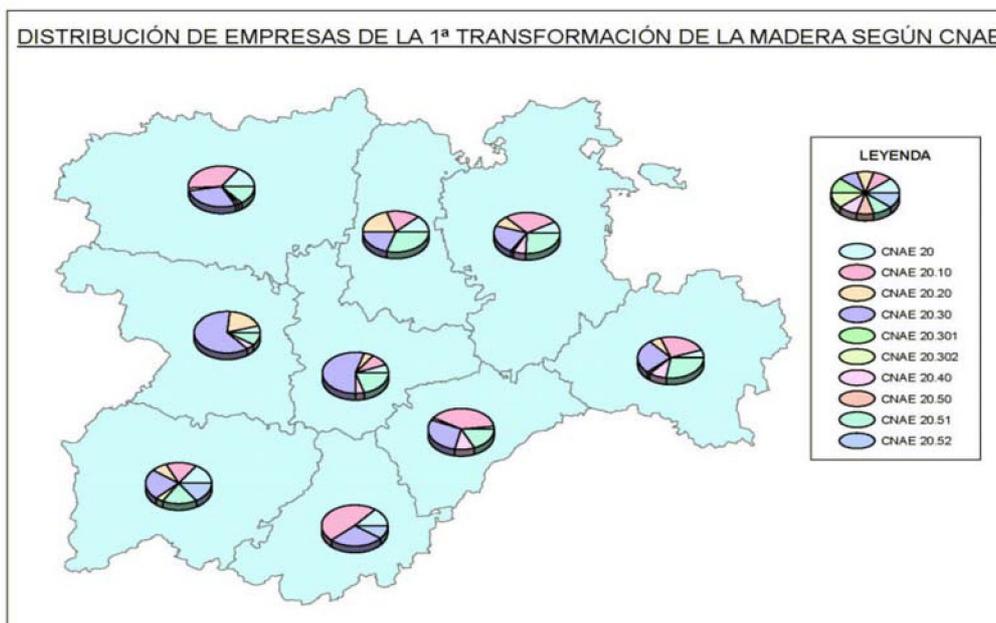
OBSERVATORIO INDUSTRIAL DEL SECTOR ENERGÉTICO DE CASTILLA Y LEÓN



CNAE	Ávila	Burgos	León	Palencia	Salamanca	Segovia	Soria	Valladolid	Zamora
20	3	7	11	1	6	1	3	6	1
20.10	11	30	26	2	8	22	18	8	0
20.20	0	7	1	2	4	1	4	6	4
20.30	7	20	23	2	9	14	16	54	14
20.301	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.302	0	1	1	0	2	0	1	0	0
20.40	0	8	1	0	0	6	7	6	1
20.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.51	0	25	9	3	9	9	19	19	2
20.52	2	0	0	0	6	0	0	0	0
36	4	5	4	1	6	3	0	7	3
36.1	0	13	16	4	17	13	4	13	9
36.11	0	0	1	0	2	0	0	0	0
36.12	0	1	2	1	3	0	0	0	0
36.13	6	6	12	7	2	5	7	20	1
36.14	8	26	21	5	14	14	31	36	10
36.141	0	0	3	0	1	2	1	2	1
36.142	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.143	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.144	0	2	1	0	2	0	0	0	0
TOTAL	41	151	132	28	91	90	111	177	46

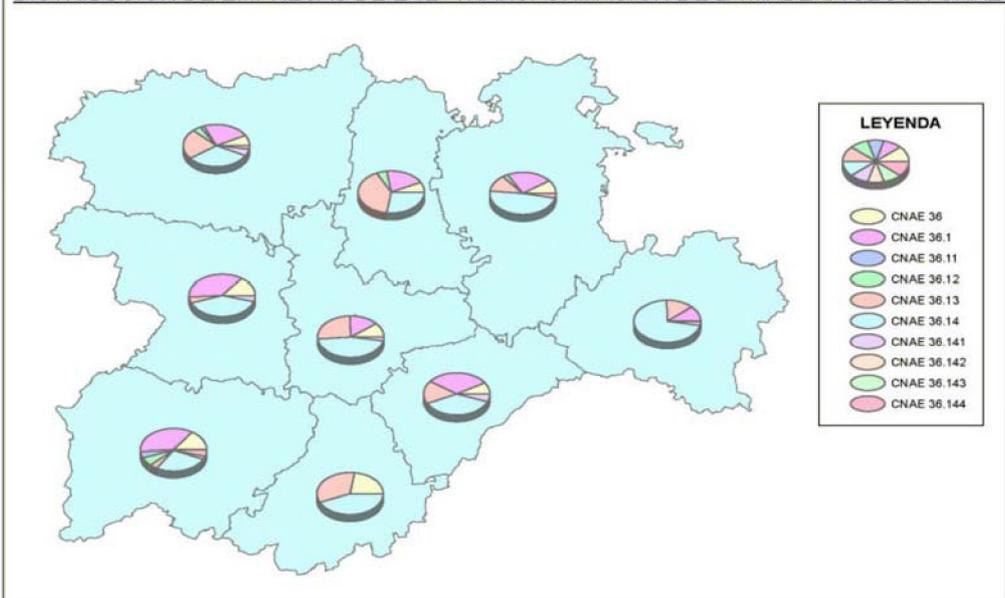
Fuente: Base de datos Camer Data: Castilla y León ENR

De la información antes mencionada podemos obtener el siguiente mapa provincial de los CNAEs seleccionados en la región de Castilla y León:



Fuente: elaboración propia

DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS DE LA 2ª TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA SEGÚN CNAE



Fuente: elaboración propia

5.2.1 Inventario de empresas a nivel municipal

Del estudio del sector en la región podemos obtener las siguientes tablas que reflejan la dispersión de las empresas en los distintos municipios de las provincias de la región de Castilla y León:



Ávila:

Población	Nº de empresas
ARENAS SAN PEDRO	4
AREVALO	1
AVILA	7
BURGOHONDO	1
CEBREROS	3
CRESPOS	3
EL HOYO PINARES	2
EL TIEMBLO	3
LA ADRADA	1

Población	Nº de empresas
LANZAHITA	1
LAS NAVAS MARQUES	7
MIJARES	3
NAVALUENGA	1
NAVARREDONDILLA	1
PAPATRIGO	1
RAMACASTAÑAS	1
SAN JUAN MOLINILLO	1
TOTAL	41

Fuente: elaboración propia

Burgos:

Población	Nº de empresas
ARANDA DUERO	6
BELORADO	7
BRIVIESCA	3
BURGOS	25
CANICOSA SIERRA	4
CASTAÑARES	4
COGOLLOS	1
CORUÑA CONDE	1
DOÑA SANTOS	1
FRESNILLO DUEÑAS	1
GIJANO	3
GUMIEL HIZAN	1
GUMIEL MERCADO	2
HONTORIA PINAR	6
HUERTA REY	3
MALTRANA	1
MECERREYES	1
MEDINA POMAR	2
MILAGROS	1
MIRANDA EBRO	19
NAVA ORDUNTE	2
PALACIOS SIERRA	4
PARADORES MENA	1
QUINTANAR SIERRA	3

Población	Nº de empresas
REGUMIEL SIERRA	3
REVILLA-CABRIADA	1
RUBENA	1
SALAS INFANTES	5
SALDAÑA BURGOS	1
SANTECILLA	4
SANTELICES	1
SOTOPALACIOS	1
TARDAJOS	1
TRESPADERNE	1
VILVIESTRE PINAR	1
VILLACIENZO	1
VILLAGONZALO-PEDERNALES	4
VILLALBA DUERO	5
VILLALBILLA BURGOS	1
VILLALMANZO	1
VILLALONQUEJAR	10
VILLARCAYO	3
VILLARIEZO	2
VILLASANA MENA	1
VILLATORO	1
TOTAL	151

Fuente: elaboración propia

León:

Población	Nº de empresas
ALIJA INFANTADO	1
ARMUNIA	3
ASTORGA	7
BEMBIBRE	1
BENAVIDES	1
CACABELOS	4
CAMPONARAYA	1
CASTROQUILAME	1
CISTIerna	1
COLUMBRIANOS	2
CUBILLOS SIL	2
DEHESAS	2
FOJEDO PARAMO	1
LA BAÑEZA	4
LA MILLA RIO	1
LA ROBLA	1
LEÓN	13
MANSILLA MULAS	1
MATALLANA TORIO	1
NAVATEJERA	6
NOCEDA	1
POBLADURA REGUERAS	1
ONZONILLA	3
PONFERRADA	18
PTE. DOMINGO FLOREZ	2
RIEGO VEGA	1
ROBLES VALCUEVA	1
RODEROS	1

Población	Nº de empresas
S. ANDRES RABANEDO	4
S. JUSTO VEGA	1
SAELICES SABERO	1
SANCEDO	1
SANTO TOMAS OLLAS	1
STA MARINA VALDEON	1
STA OLAJA RIBERA	6
SUEROS CEPEDA	1
TORAL VADOS	6
TORENO	1
TROBAJO CAMINO	2
TROBAJO CERECEDO	2
VALDEARCOS	1
VALDELAFUENTE	5
VALENCIA D. JUAN	2
VENTAS ALBARES	1
VERDIAGO	1
VILORIA	1
VILORIA JURISDICCION	1
VILLABALTER	2
VILLADANGOS PARAMO	1
VILLADEPALOS	1
VILLA FRANCA BIERZO	3
VILLALIBRE JURISDICCION	1
VILLA VERDE ABADIA	2
VILLORIA ORBIGO	1
TOTAL	132

Fuente: elaboración propia

Palencia:

Población	Nº de empresas
AGUILAR CAMPOO	5
ANTIGÜEDAD	1
BALTANAS	1
GUARDO	1
PALENCIA	14

Población	Nº de empresas
PAREDES NAVA	1
VILLALOBON	4
VILLAMURIEL	1
TOTAL	28

Fuente: elaboración propia

Salamanca:

Población	Nº de empresas
ABUSEJO	1
ALDEATEJADA	2
BABILAFUENTE	1
BEJAR	4
CABRERIZOS	1
CARBAJOSA SAGRADA	4
CASTELLANOS MORISCOS	1
CASTELLANOS VILLIQUERA	1
CIUDAD RODRIGO	4
DOÑINOS SALAMANCA	1
GARCIBUEY	1
LUMBRALES	1
MACHACON	1
MASUECO	1
MOGARRAZ	1
MONSAGRO	1

Población	Nº de empresas
NAVALES	1
PEÑAPARDA	1
PEÑARANDA BRACAMONTE	2
PUEBLA YELTES	1
PUERTO BEJAR	1
ROBLEDA	1
S. CRISTOBAL CUESTA	2
SALAMANCA	27
STA. MARTA TORMES	2
VALDELOSA	3
VILLAR GALLIMAZO	1
VILLARES REINA	15
VILLORIA	1
VILLORUELA	4
VITIGUDINO	3
TOTAL	91

Fuente: elaboración propia

Segovia:

Población	Nº de empresas
ARAGONESES	1
AYLLON	1
CABEZUELA	1
CAMPO SAN PEDRO	2
CANTALEJO	4
CARRASCAL	1
COCA	1
CUELLAR	27
CHAÑE	1
FUENTEMILANOS	3
FUENTERREBOLLO	1
HONTALBILLA	1
HONTORIA	8
LA LASTRILLA	2
LA LOSA	2
MOZONCILLO	1
NAVA ASUNCION	1
NAVAFRIA	2

Población	Nº de empresas
OTERO HERREROS	2
PALAZUELOS ERESMA	1
PRADERA NAVALHORNO	1
REVENGA	1
RIAZA	1
SAN ILDEFONSO	2
SAN RAFAEL	1
SANCHONUÑO	1
SEGOVIA	10
TABANERA LUENGA	1
TIZNEROS	1
VALSAIN	2
VALVERDE MAJANO	2
VALLELADO	3
VEGANZONES	1
TOTAL	90

Fuente: elaboración propia



Soria:

Población	Nº de empresas
ABEJAR	3
AGREDA	1
ALMAZAN	11
ARCOS JALON	2
BERLANGA DUERO	1
BURGO OSMA	4
CASAREJOS	1
COVALEDA	8
DURUELO SIERRA	10
EL ROYO	1
ESPEJON	2
LANGA DUERO	1

Población	Nº de empresas
MATUTE ALMAZAN	1
MOLINOS DUERO	2
NAVALENO	4
OLVEGA	2
OSMA	3
S. ESTEBAN GORMAZ	6
S. LEONARDO YAGÜE	19
SORIA	26
VINUESA	3
TOTAL	111

Fuente: elaboración propia

Valladolid:

Población	Nº de empresas
ALCAZAREN	1
ALDEAMAYOR S. MARTIN	1
ARROYO DE LA ENCOMIENDA	2
FUENSALDAÑA	1
ISCAR	31
LA CISTERNIGA	6
LAGUNA DUERO	3
MATAPOZUELOS	1
MEDINA CAMPO	36
NAVA REY	1
OLIVARES DUERO	2
OLMEDO	5
OLMOS PEÑAFIEL	2
PEDRAJAS S. ESTEBAN	12
PEÑAFIEL	3
POZAL GALLINAS	1
PUENTE-DUERO	1
RUEDA	1
S. MIGUEL ARROYO	1
S. VICENTE PALACIO	1
SANTOVENIA PISUERGA	6

Población	Nº de empresas
SERRADA	1
TORDESILLAS	3
TUDELA DUERO	1
VALDESTILLAS	1
VALLADOLID	48
VILORIA	1
VILLALBA ALCORES	2
ZARATAN	2
TOTAL	177

Fuente: elaboración propia

Zamora.

Población	Nº de empresas
BENAVENTE	2
CORESES	1
FERMOSELLE	1
NUEZ	1
POBLADURA VALLE	1
S. AGUSTIN POZO	1
S. CEBRIAN CASTRO	1
S. CRISTOBAL ENTREVIÑAS	2
S. JUAN REBOLLAR	3
SAN VITERO	1
SANZOLES	1
STA CRISTINA POLVOROSA	1
TORO	4
VALCABADO	1
VEZDEMARBAN	1
VILLABRAZARO	3
ZAMORA	21
TOTAL	46

Fuente: elaboración propia

En el anexo planos se muestra un plano con rangos de distribución municipal de las empresas.



5.3 Análisis de procesos, principales procesos generadores de residuos

Del análisis de la tipología de empresas objeto del estudio, se pueden desglosar los siguientes procesos generadores de residuos, según la tipología de actividad realizada:

5.3.1 Aserrado, cepillado, primer tratamiento de la madera y la fabricación de tableros.

En líneas generales, para estas etapas, los principales procesos generadores de residuos son los siguientes:

El aserrado comienza con la recepción de troncos en las instalaciones y su posterior clasificación, ésta clasificación se suele realizar por longitud y/o volumen.

Posteriormente, una vez que se han clasificado los distintos troncos, se procede a su descortezado, ésta etapa consiste en la separación de la corteza del núcleo del tronco.

De esta etapa sale el primer residuo generado, la corteza del tronco.

Los núcleos del tronco, una vez que se les ha retirado la corteza suelen llevarse a la zona de aserrado donde se realiza el corte longitudinal para formar las tablas.

De esta etapa se genera como residuos restos de serrín y virutas.

Cuando se dispone de las tablas cortadas es necesario realizar un tratamiento para la conservación y protección de la madera obtenida a fin de evitar el ataque de la madera por parte de insectos, hongos u otro tipo de organismo.

La fabricación de tableros se puede realizar de numerosas maneras, pero por su representabilidad a continuación se describe el proceso de fabricación de madera contrachapada y tableros de aglomerado.



La fabricación de tableros de contrachapado se inicia con el descortezado y secado de los listones de madera, generándose los mismos residuos que en las etapas anteriores, seguidamente se procede a la extracción de los nudos y el relleno de agujeros y grietas, tras lo cual se realiza la dosificación de la cola y el prensado de las piezas.

Finalmente se realiza el corte de las hojas según el tamaño deseado y el lijado final.

Como principales residuos de la fabricación de tableros de contrachapado estarían, la corteza de la madera, el serrín y los virutas, los nudos de los tableros, y posibles recortes de madera del corte de los tableros de contrachapados.

5.3.2 Fabricación de muebles mobiliario y carpintería de madera.

La preparación de la madera es una fase previa al mecanizado, ya que en ella se prepara la materia prima con acciones como cepillado y regruessado, antes de ser mecanizadas adecuadamente.

Las principales operaciones que se realizan durante el mecanizado del mueble son: Seccionado, cortes a medida y perfilados, cepillado, regruessado, moldurado/fresado, taladrado, lijado y chapado de cantos.

En el mecanizado de la madera y los tableros, se produce una elevada cantidad de residuos en forma de restos de madera, virutas, serrín y polvo. Lo habitual es la existencia de una aspiración por aire para absorber el polvo y el serrín y enviarlo a un silo.

Los residuos de restos de madera y tableros se recogen en pequeños contenedores para posteriormente, de manera general, ser recogidos por una empresa externa.



Después del lijado de la madera, se le somete a un proceso de tintado seguido de secado siempre y cuando se le quiera dar a la madera o derivado de ésta un color distinto. Una vez seco, se le aplica una primera capa de barniz o pintura llamado “fondo” y se deja secar para el posterior lijado. Tras ellos se vuelve a aplicar otra capa de barniz o pintura llamada “acabado”.

Entre el proceso de fondo y acabado se lijan las piezas semielaboradas. Al realizar el lijado de las superficies barnizadas, éste debe ser recogido, o aspirado en muchos casos, y gestionado adecuadamente como Residuos Peligrosos.

5.3.3 Fabricación de corcho

Tras el proceso de cocción de las planchas de la corteza del Alcornoque, estas planchas son recortadas en tiras para su perforación por brocas tanto automáticas (texturas más uniformes) como manuales (texturas menos uniformes).

De este proceso se obtienen los siguientes residuos, recorte de planchas de corcho y virutas de corcho.

5.4 Identificación de residuos valorizables.

Una vez realizada la caracterización de las empresas objeto del estudio, la tipología de residuos de madera que podemos encontrar, es muy variada, pudiéndose distinguir los siguientes:



Recortes. Éste es el residuo de madera más frecuente. Se trata de trozos de forma variada y de dimensiones que van desde varios centímetros a más de un metro. Se generan fundamentalmente en las empresas relacionadas con el sector de la madera y el mueble.

Serrín y viruta. El serrín es madera en polvo generada en los procesos de transformación y de corte. La viruta tiene un tamaño algo mayor. Se generan fundamentalmente en la fabricación de muebles y carpintería.

Palets. El palet de madera es una plataforma horizontal que se emplea como base para el transporte de mercancía. El palet desechado se genera en toda la industria.

Envases de madera. Pueden ser de pequeño tamaño (p. ej. cajas de fruta) o de gran tamaño (p. ej. transporte de piezas de maquinaria). Los grandes mercados de alimentación son puntos importantes de generación de pequeñas cajas como residuo.

Muebles, puertas, etc. Son en general residuos voluminosos y pesados. Los generan los propios ciudadanos al deshacerse de su mobiliario.

Bobinas. Las grandes canalizaciones de material flexible (cables, mangueras, etc.) son enrolladas en bobinas de madera que pasan a ser un residuo una vez utilizadas.

Madera tratada. Por último, se generan algunas otras tipologías de residuo de madera como son traviesas usadas, postes usados, etc. El tratamiento superficial de esta madera dificulta su reciclado.

De las empresas de este sector podemos encontrar la siguiente tipología de residuos, según su codificación L.E.R, según la Orden MAM/304/2002:

03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón.
03 01	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles.
03 01 01	Residuos de corteza y corcho.
03 01 04*	Serrín, virutas, recortes, madera, tableros de partículas y chapas que contienen sustancias peligrosas.
03 01 05	Serrín, virutas, recortes, madera, tableros de partículas y chapas distintos de los mencionados en el código 03 01 04.
03 01 99	Residuos no especificados en otra categoría.
03 02	Residuos de los tratamientos de conservación de la madera.
03 02 01*	Conservantes de la madera orgánicos no halogenados.
03 02 02*	Conservantes de la madera organoclorados.
03 02 03*	Conservantes de la madera organometálicos.
03 02 04*	Conservantes de la madera inorgánicos.
03 02 05*	Otros conservantes de la madera que contienen sustancias peligrosas.
03 02 99	Conservantes de la madera no especificados en otra categoría.

Fuente: Orden MAM/304/2002

Todos los residuos mencionados anteriormente son los que podemos considerar como potencialmente valorizables, objeto de este estudio.



5.5 Cartografía temática

Anexo se adjunta cartografía temática sobre el estudio con los siguientes planos:

- Distribución espacial de las industrias de la madera y el mueble en castilla y león.
- Distribución espacial de los residuos generados por las industrias del sector de la madera y el mueble.
- Distribución espacial de cada uno de los aprovechamientos.
- Distribución espacial de la masa crítica

5.6 Difusión, captura, y análisis de datos para el estudio

5.6.1 Metodología

5.6.1.1 *Contacto con asociaciones provinciales de los sectores objeto del estudio)*

Como apoyo a la industria de la madera, en la comunidad podemos encontrar una red de asociaciones empresariales del sector, encargadas de dar soporte y cobertura al sector.

Se ha contactado con las diferentes asociaciones provinciales sectoriales, mencionadas en el apartado de fuentes contactadas, con la finalidad de recabar su apoyo y colaboración a la hora de facilitar datos y contactos con las empresas a las que se las ha requerido algún tipo de información.

5.6.1.2 *Formularios de captura de datos*

Para la recopilación de datos se han realizado dos formularios con diversos campos de información, uno para la envío a todas las empresas del sector del mueble y la madera inventariadas en Castilla y León que permitirá obtener los datos necesarios objetos este estudio, y el otro formulario para las visitas presénciales a las instalaciones de empresas objeto de este estudio.



Dichos formularios se componen de cinco apartados en lo que se engloba la información solicitada:

- Datos generales de la empresa.

Información Básica	
Datos generales:	
Nombre:	Persona de contacto:
Dirección:	
Teléfono:	Fax: e-mail:

- Descripción de la actividad.

Descripción de la actividad/actividades realizadas (marcar el tipo/s de actividades realizadas):			
<input type="checkbox"/>	Corte, aserrado y cepillado de la madera	<input type="checkbox"/>	Fabricación de parquet y tarima
<input type="checkbox"/>	Impregnación y tratamiento de la madera	<input type="checkbox"/>	Fabricación de casas de madera
<input type="checkbox"/>	Fabricación de tableros chapados y contrachapado	<input type="checkbox"/>	Carpintería de madera
<input type="checkbox"/>	Fabricación de muebles y mobiliario	<input type="checkbox"/>	Otros:

- Materias primas consumidas y productos elaborados

Materias primas consumidas:		Productos elaborados:	
Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad
.....
.....
.....



5.6.1.3 Difusión del formulario. Canales de comunicación

Para la difusión del cuestionario tipo se ha realizado un envío postal masivo a todas las empresas identificadas pertenecientes a los sectores objeto del estudio.

Con el objeto de recoger la información que se vaya generando acerca de los formularios recibidos y las visitas realizadas se ha creado una base de datos en formato Excel de la que se presentará una copia en formato digital.

A estas empresas se les envió el formulario creado junto con una carta de introducción al estudio a realizar y la presentación de las empresas que lo promueven.

Además se realizó un seguimiento telefónico del envío de formularios con el objeto de poder recabar el mayor número posible de cuestionarios cumplimentados, y así mismo servir de guía y ayuda a las empresas en caso de que hubiera podido surgir cualquier tipo de duda

También se ha creado un listado de asociaciones sectoriales afines a los sectores de estudio, con la que se ha contactado para introducirles en el estudio que se va a realizar y que sirvan como enlace y apoyo con las empresas a contactar.

Adjunto con el formulario enviado, se ha remitido una carta, elaborado por técnicos de Mediotec, y aprobada por la dirección de CECALE, introduciendo a las empresas al estudio a llevar a cabo y facilitándoles las posibles vías elegidas para la recepción de los datos que se les ha requerido.

La carta que se ha diseñado de contacto con las empresas es la que se muestra adjunta en los anexos del estudio.



5.6.1.4 Selección de empresas representativas. Toma de datos directa.

Para esta fase del estudio se han seleccionado una serie de empresas en función de los siguientes criterios de representativas de los subsectores clasificados:

- Por tamaño.
- Por producción.
- Por volumen de facturación,
- Por localización geográfica.

Se pretende que la toma de datos “directamente” sirva como elemento de control en cuanto a la información recibida indirectamente, además de servir de datos extrapólales a otras instalaciones industriales.

A esta selección de empresas representativas, además mediante contacto telefónico, o a través de contacto facilitado por las asociaciones sectoriales de cada provincia, se les ha propuesto una visita por un consultor especializado a sus instalaciones, para la obtención de la información.

5.6.2 Difusión y captura de datos

Los distintos CNAE’s objeto del estudio se han agrupado en las siguientes actividades características del sector, con objeto de reflejar la realidad industrial del sector:

Sector	CNAE
Fabricación de mueble y mobiliario	36,11; 36,12; 36,13; 36,14
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	20,1
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	20,2
Carpintería de madera	20,3; 20,4
Auxiliar del mueble y otros	20,5

Fuente: elaboración propia

Como datos obtenidos de las fases anteriores se pueden dar los siguientes:

5.6.2.1 Cuestionarios tipo:

De los **867** cuestionarios enviados se han recibido contestación de 118 empresas (aproximadamente el 15%), considerando que con una recepción \geq al 10% de los cuestionarios se dispondrá de un a muestra significativa para la extrapolación de datos, distribuidos de la siguiente manera:

Sector	CNAE	Nº
Fabricación de mueble y mobiliario	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	33
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	20,1	36
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	20,2	14
Carpintería de madera	20,3; 20,4	20
Auxiliar del mueble y otros	20,5	15
Total		111

Fuente: elaboración propia

Considerando representados todos los sectores existentes objeto del estudio para la cuantificación de los datos del estudio a realizar.

5.6.2.2 Visitas presenciales:

Se han realizado 32 visitas presenciales a instalaciones de los sectores objetos del estudio distribuidas de la siguiente manera:

Las visitas presenciales se han realizado en los siguientes sectores:

Sector	CNAE	Ávila	Burgos	León	Palencia	Salamanca	Segovia	Soria	Valladolid	Zamora	TOTAL
Fabricación de mueble y mobiliario	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	--	1	--	--	--	4	1	3	--	9
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	20,1	2	3	1	--	--	--	2	--	--	8
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	20,2	1	--	--	--	--	--	--	--	--	1
Carpintería de madera	20,3; 20,4	--	1	1	2	4	--	1	--	1	10
Auxiliar del mueble y otros	20,5	--	--	--	1	--	--	--	2	1	4
TOTAL											32

Fuente: elaboración propia



Una vez completadas la recopilación de información se dispondrá los datos suficientes para su tratamiento estadístico.

5.6.3 Análisis de datos.

5.6.3.1 *Datos de partida.*

Como dato de partida, en la siguiente tabla se muestra un resumen de los datos recabados:

SECTOR	EMPRESA INVENTARIADAS	CUESTIONARIOS RECIBIDOS	VISITAS REALIZADAS	TOTAL DATOS DISPONIBLES	%
Carpintería de madera	193	20	10	30	15,5
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	164	36	8	44	26,8
Fabricación de mueble y mobiliario	378	33	9	42	11,1
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	29	14	1	15	51,7
Auxiliar del mueble y otros	103	15	4	19	18,4
TOTALES	867	118	32	150	24,7

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran una serie de valores medios que presentan las empresas en función del sector al que pertenezcan.

Sector	Nº medio de empleados	Energía media consumida (kw/h-año)	Rango de facturación (miles €)
Fabricación de mueble y mobiliario	15	35.897	1.000-5.000
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	28	349.851	1.000-5.000
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	24	52.296	1.000-5.000
Carpintería de madera	20	7.500	100-500
Auxiliar del mueble y otros	6	17.801	500-1.000

Fuente: elaboración propia

A partir de estos datos posteriormente se caracterizarán los ratios de generación de residuos, que servirán para estimar la viabilidad de las distintas medidas de valorización de los residuos generados.

5.6.3.2 Estimación de residuos valorizables generados.

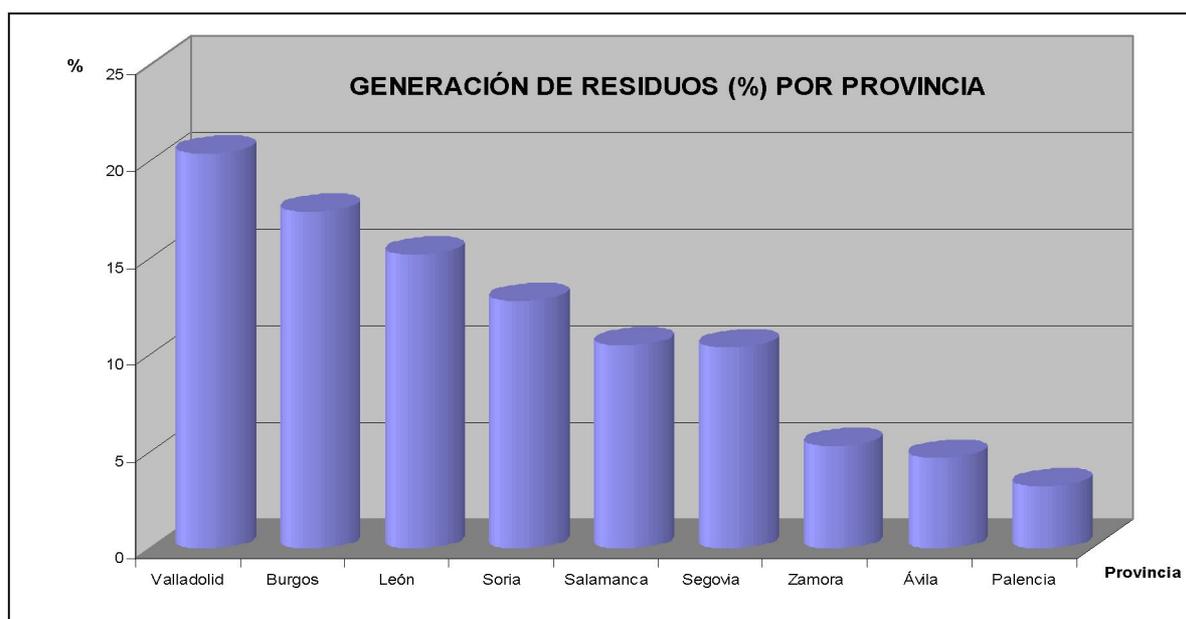
Como datos de partida tomaremos la cantidad total estimada de residuos generados por las industrias del sector de la madera y el mueble en el conjunto de la comunidad de Castilla y León, dato que asciende aproximadamente **1,8 millones toneladas anuales**, para el conjunto de todas las tipologías de residuos valorizables de la madera.

Los residuos están distribuidos de la siguiente manera entre las distintas provincias de la región

	Ávila	Burgos	León	Palencia	Salamanca	Segovia	Soria	Valladolid	Zamora	TOTAL
residuos generados	85930,7	316476,5	276655	58684,4	190724,3	188628,4	232641,7	370969,2	96410,1	1817120,
%	4,7	17,4	15,2	3,2	10,5	10,4	12,8	20,4	5,3	100

Fuente: elaboración propia

El siguiente gráfico representaría los porcentajes antes señalados:



Fuente: elaboración propia

Del análisis de los datos obtenidos mediante los cuestionarios y las visitas realizadas podemos obtener los siguientes datos de estimaciones de generación de residuos en función de las distintas tipologías identificadas.

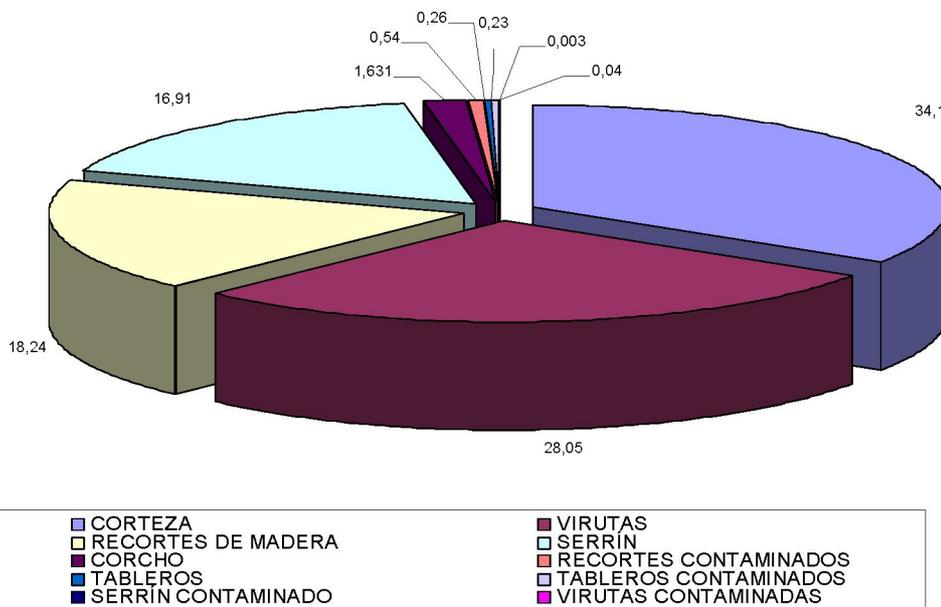
En la siguiente tabla se muestran las estimaciones totales de residuos generados, según la tipología de residuos identificados, así como el porcentaje correspondiente de cada uno de ellos en el total:

TIPOLOGÍA DE RESIDUOS	CODIGO LER	CANTIDADES ESTIMADAS (Tn)	%
CORTEZA	03 01 01	619638	34,10
CORCHO	03 01 01	29637	1,631
SERRÍN CONTAMINADO	03 01 04*	727	0,04
VIRUTAS CONTAMINADAS	03 01 04*	57	0,003
RECORTES CONTAMINADOS	03 01 04*	9812	0,54
TABLEROS CONTAMINADOS	03 01 04*	4179	0,23
SERRÍN	03 01 05	307200	16,91
VIRUTAS	03 01 05	509702	28,05
RECORTES DE MADERA	03 01 05	331443	18,24
TABLEROS	03 01 05	4725	0,26
TOTAL		1.817.120	100

Fuente: elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes de estimación de los residuos generados, en función de su tipología:

RESIDUOS GENERADOS (%) SEGÚN SU TIPOLOGÍA



Fuente: elaboración propia

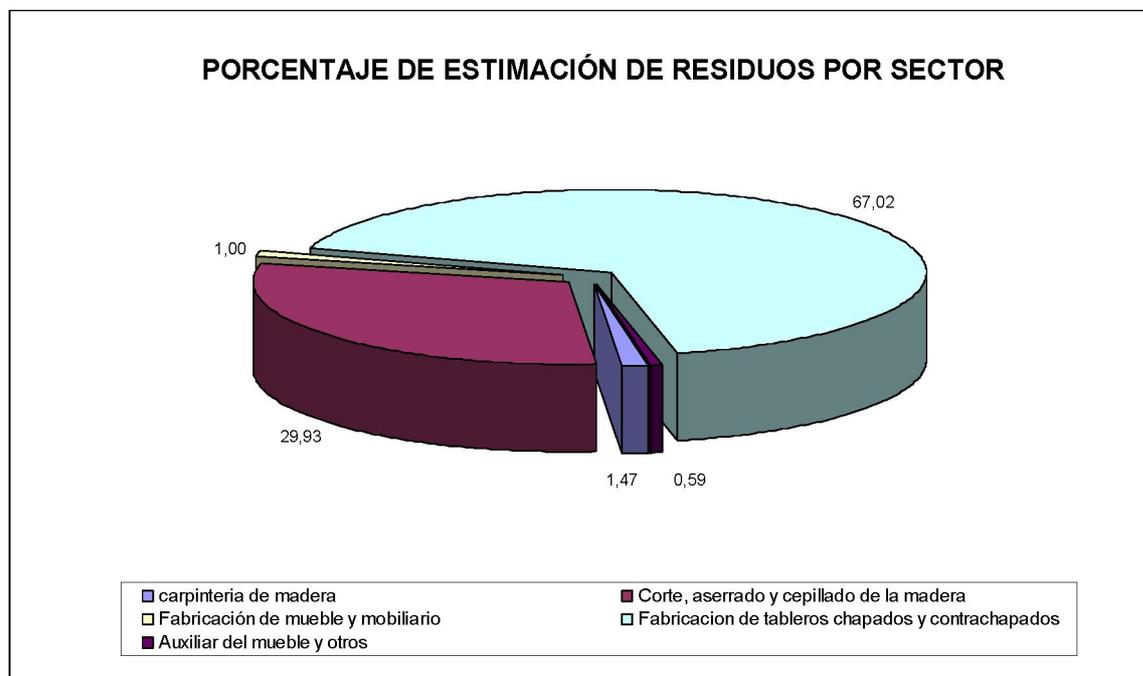
Una vez analizados los residuos en función la provincia donde se generan y de su tipología, el siguiente análisis consistirá en la en la estimación de generación de residuos en función del sector de actividad al que pertenezcan.

En la siguiente tabla se puede observar la estimación total de residuos generados, en función del sector al que pertenezcan, y el porcentaje de generación de cada sector:

SECTOR	CNAE	TOTAL (Tn)	%
carpintería de madera	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	26.626	1,46
Corte, aserrado y cepillado de la madera	20,1	543.937	29,93
Fabricación de mueble y mobiliario	20,2	18.103	1,00
Fabricación de tableros chapados y contrachapados	20,3; 20,4	1.217.750	67,02
Auxiliar del mueble y otros	20,5	10.704	0,59
TOTAL		1.817.120	100

Fuente: elaboración propia

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de estimación de residuos generados por cada sector en el conjunto de la región:



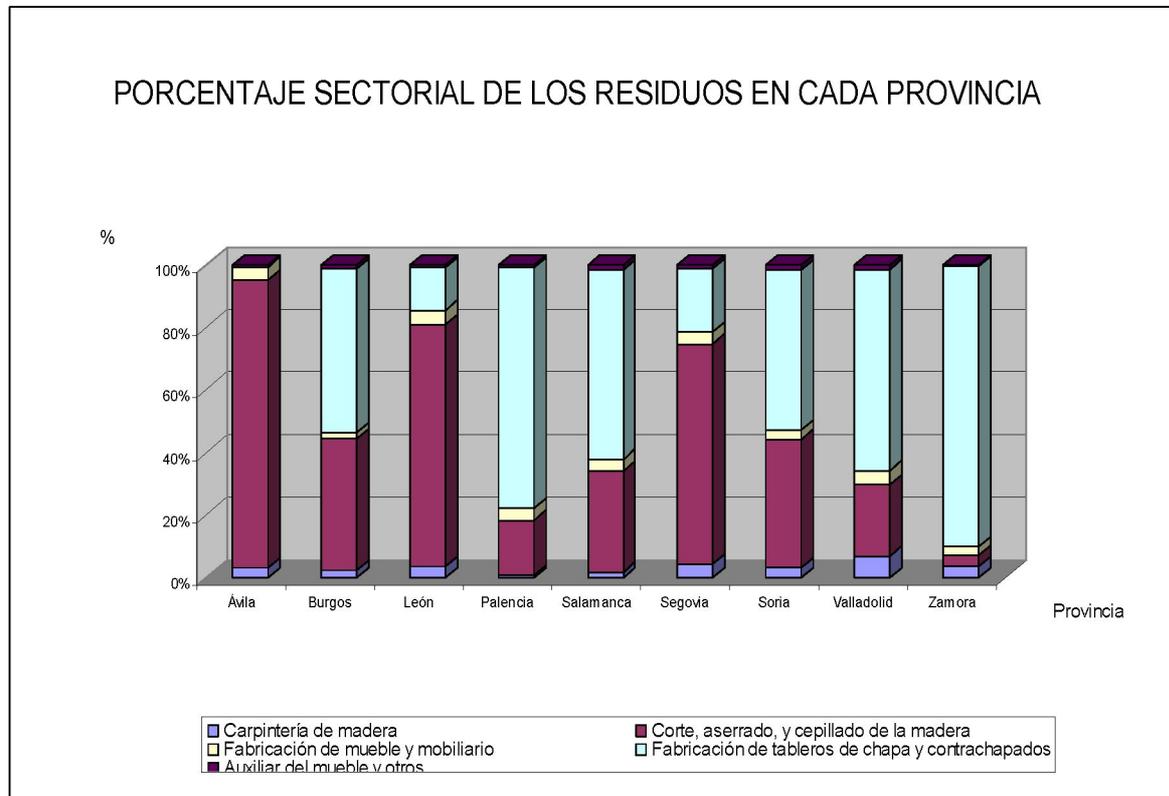
Fuente: elaboración propia

Una vez estimadas las cantidades totales de residuos que se generan, en la siguiente tabla se muestran los porcentajes provinciales de generación de cada uno de los sectores identificados:

SECTOR	CNAE	% (DE LOS RESIDUOS DE CADA SECTOR EN CADA PROVINCIA)								
		Ávila	Burgos	León	Palencia	Salamanca	Segovia	Soria	Valladolid	Zamora
Carpintería de madera	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	2,0	0,9	2,0	0,3	0,7	2,2	1,4	2,6	1,2
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	20,1	95,8	28,8	71,4	10,4	21,1	61,6	28,4	14,9	1,9
Fabricación de mueble y mobiliario	20,2	1,8	0,6	1,7	0,9	1,0	1,4	0,8	1,2	0,7
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	20,3; 20,4	0,0	69,0	24,4	88,0	76,4	33,9	68,6	80,7	96,1
Auxiliar del mueble y otros	20,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,7	0,8	0,8	0,6	0,1
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes provinciales de generación de cada uno de los sectores identificados:



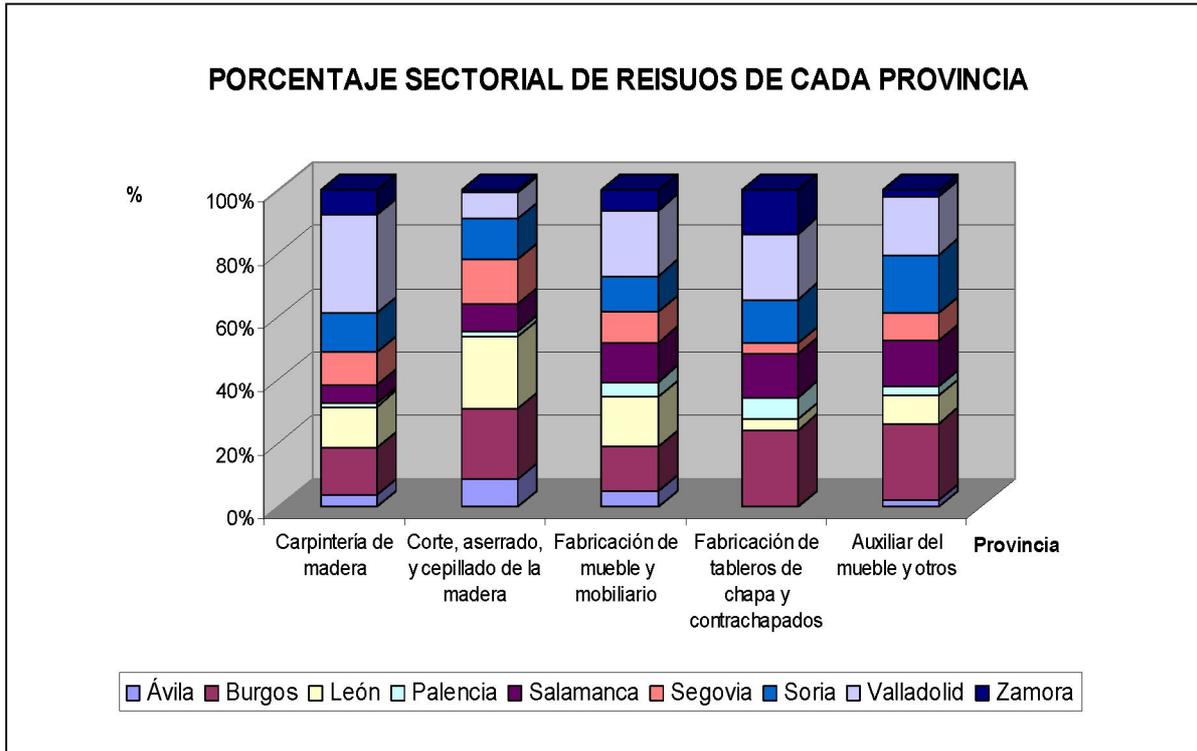
Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran los porcentajes estimados de generación de residuos de cada sector en cada una de las provincias de la región:

SECTOR	CNAE	% (DE RESIDUOS GENERADOS DE CADA PROVINCIA EN CADA SECTOR)									TOTAL
		Ávila	Burgos	León	Palencia	Salamanca	Segovia	Soria	Valladolid	Zamora	
Carpintería de madera	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	3,63	15,03	12,95	1,04	5,70	10,36	12,44	31,09	7,77	100
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	20,1	8,54	22,56	22,56	1,83	8,54	14,02	12,80	8,54	0,61	100
Fabricación de mueble y mobiliario	20,2	4,76	14,02	15,87	4,76	12,43	9,79	11,38	20,63	6,35	100
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	20,3; 20,4	0,00	24,14	3,45	6,90	13,79	3,45	13,79	20,69	13,79	100
Auxiliar del mueble y otros	20,5	1,94	24,27	8,74	2,91	14,56	8,74	18,45	18,45	1,94	100

Fuente: elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes estimados de generación de residuos, en función de cada sector, para cada una de las provincias de la región:



Fuente: elaboración propia

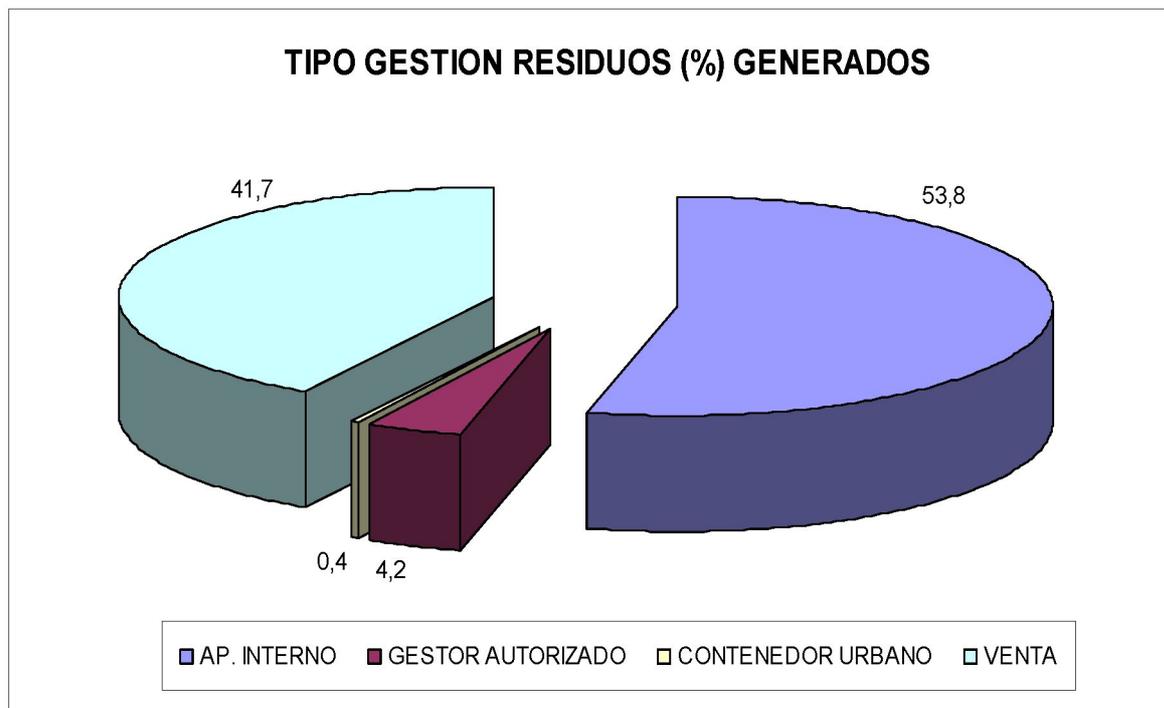
5.6.3.3 Gestión de los residuos generados

Como dato de partida, a partir de los datos recabados, se presentan las cantidades totales estimadas en función del método de valorización empleado:

	APROVECHAMIENTO				
	Generación estimada de residuos	Aprovechamiento interno	Gestor autorizado	Contenedor urbano	venta
Cantidades estimadas (Tn)	1.817.120	976.913	76.117	6.568	757.523
%	100	53,8	4,2	0,4	41,7

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra los porcentajes estimados de cada uno de los tipos de valorización enumerados:



Fuente: elaboración propia

De las estimaciones de los aprovechamientos realizados anteriormente se observan las siguientes cantidades de residuos que se gestionan en cada provincia, según los métodos de valorización antes mencionados:

PROVINCIA	APROVECHAMIENTO INTERNO (Tn)	GESTOR AUT. (Tn)	CONTENEDOR (Tn)	VENTA (Tn)
Ávila	46197,72	3599,52	310,59	35822,88
Burgos	170142,81	13256,75	1143,87	131933,06
León	148734,11	11588,68	999,94	115332,21
Palencia	31549,66	2458,21	212,11	24464,41
Salamanca	102536,40	7989,17	689,35	79509,33
Segovia	101409,62	7901,38	681,78	78635,60
Soria	125071,87	9745,03	840,86	96983,90
Valladolid	199438,93	15539,37	1340,83	154650,01
Zamora	51831,59	4038,48	348,46	40191,53
TOTAL	976912,7	76116,6	6567,8	757522,9

Fuente: elaboración propia

De otra parte estarían las cantidades estimadas de gestión de residuos desglosadas en función del tipo de actividad y de la forma de valorización empleada:

SECTOR	CNAE	TOTAL (Tn)	AP. INTERNO	GESTOR AUTORIZADO	CONTENEDOR URBANO	VENTA
carpintería de madera	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	26.626	5595,9	10977,3	175,6	9877,1
Corte, aserrado y cepillado de la madera	20,1	543.937	63015,9	59661	1016	420244,1
Fabricación de mueble y mobiliario	20,2	18.103	2335,1	4824,6	4132,1	6811,3
Fabricación de tableros chapados y contrachapados	20,3; 20,4	1.217.750	905818,5	653,7	0	311277,8
Auxiliar del mueble y otros	20,5	10.704	147,3	0	1244,1	9312,7

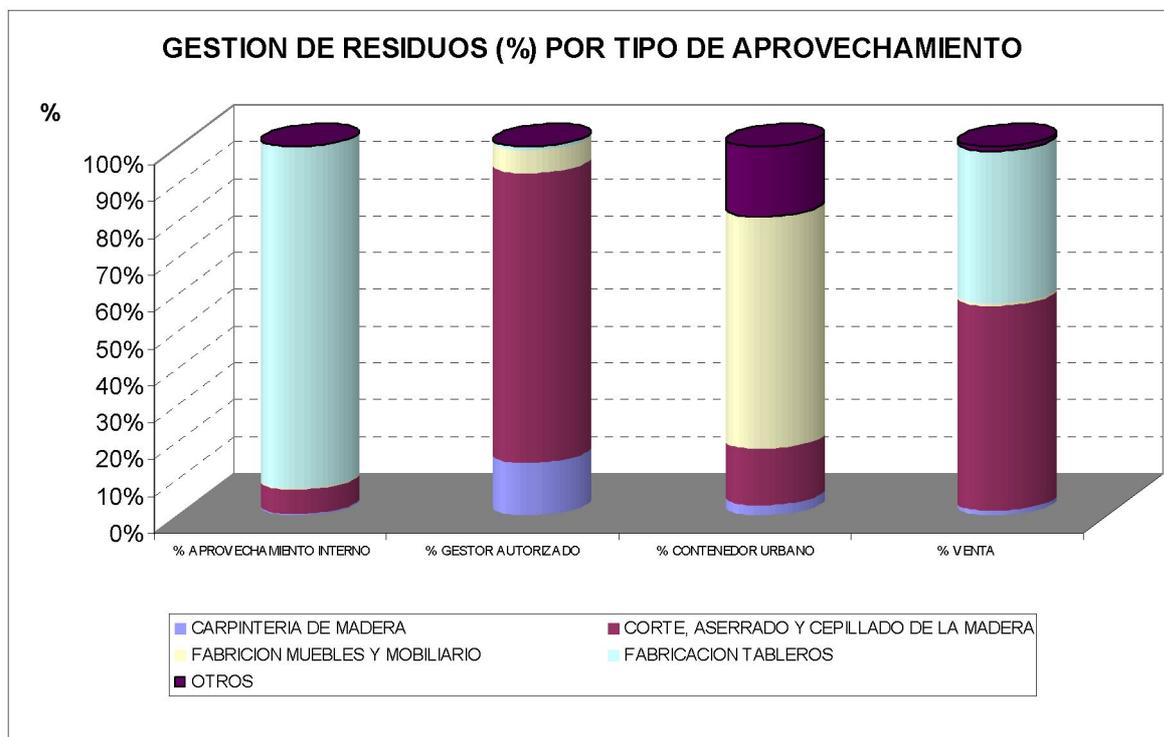
Fuente: elaboración propia

De las cantidades anteriores obtenemos los siguientes porcentajes de gestión, en función, primero del sistema de valorización empleado, y segundo en función del sector de actividad al que pertenezca:

	CNAE	% APROVECHAMIENTO INTERNO	% GESTOR AUTORIZADO	% CONTENEDOR URBANO	% VENTA
CARPINTERIA DE MADERA	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	0,57	14,42	2,67	1,30
CORTE, ASERRADO Y CEPILLADO DE LA MADERA	20,1	6,45	78,38	15,47	55,48
FABRICACION MUEBLES Y MOBILIARIO	20,2	0,24	6,34	62,91	0,90
FABRICACION TABLEROS	20,3; 20,4	92,72	0,86	0	41,09
OTROS	20,5	0,02	0	18,94	1,23
TOTAL		100	100	100	100

Fuente: elaboración propia

En función de las cantidades anteriores el siguiente gráfico muestra los porcentajes de gestión de los residuos en función del tipo empleado para todos los sectores objetos del estudio:



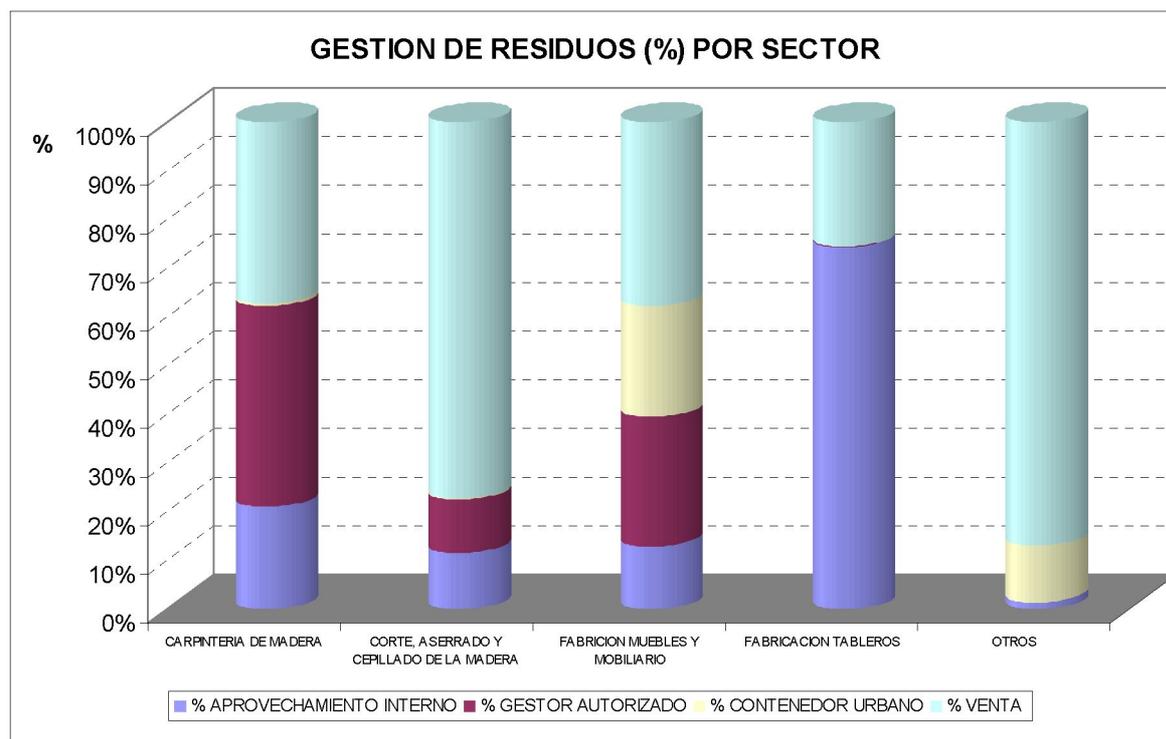
Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra los porcentajes de gestión de los residuos por cada uno de los métodos identificados en función del sector de actividad al que pertenezcan:

	CNAE	% APROVECHAMIENTO INTERNO	% GESTOR AUTORIZADO	% CONTENEDOR URBANO	% VENTA	TOTAL
CARPINTERIA DE MADERA	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	21,02	41,23	0,66	37,10	100
CORTE, ASERRADO Y CEPILLADO DE LA MADERA	20,1	11,59	10,97	0,19	77,26	100
FABRICACION MUEBLES Y MOBILIARIO	20,2	12,90	26,65	22,83	37,63	100
FABRICACION TABLEROS	20,3; 20,4	74,38	0,05	0	25,56	100
OTROS	20,5	1,38	0	11,62	87	100

Fuente: elaboración propia

En función de las cantidades anteriores el siguiente gráfico muestra los porcentajes de valorización de los residuos según el tipo empleado, en función de los sectores objetos del estudio:



Fuente: elaboración propia

En el anexo planos se adjunta planos de la distribución municipal de las cantidades de residuos valorizados en función de los distintos tipos de gestión realizada.

6 Fase II: Estudio de aprovechamiento

6.1 Alternativas de valorización de los residuos de la industria de la madera.

Como primer paso definiremos lo que se considera “**Recuperación de madera**”, que se puede definir como el proceso de valorización de residuos de madera que engloba el transporte, almacenamiento, clasificación, limpieza y reducción de volumen para su posterior reciclado o aprovechamiento energético.

La recuperación de madera surge de la necesidad de valorizar los residuos de este material que se generan fundamentalmente en la industria de la madera y el mueble.

Esta actividad contribuye al respeto del medio ambiente por:

- Aumenta la concienciación ecológica de la sociedad y su satisfacción porque sus residuos se gestionan adecuadamente.
- Además, se generan puestos de trabajo. Es indudable pues, la necesidad de una adecuada gestión de los residuos de madera encaminada a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y al respeto del medio ambiente en el presente y en el futuro.

A toda esta futura fuente de energía la vamos a denominar en adelante “*biomasa*”.

Poder calorífico de la biomasa:

Habitualmente, el contenido energético de la biomasa se mide en función del poder calorífico del recurso, aunque para algunos de ellos, como es el caso de la biomasa residual húmeda, se determina en función del poder calorífico del producto energético obtenido en su tratamiento. La tabla 1 recoge el poder calorífico superior y el poder calorífico inferior a distintos contenidos de humedad de algunos de los recursos de biomasa más habituales.

Código LER	Descripción	Residuo	P.C.I. a humedad x (KJ/Kg)					
			x	P.C.I.	x	P.C.I.	x	P.C.I.
03 01 05	Serrín, virutas, recortes de madera, tableros de partículas	Leña y ramas	0	19.353	20	15.006	40	10.659
03 01 05		Serrines y virutas	0	19.069	15	15.842	35	11.537
03 01 99	Residuos no especificados en otra actegoria	Cáscara	0	18.559	10	16.469	15	15.424
03 01 01	Residuos de corteza y corcho	Cortezas (Coníferas)	0	19.437	20	15.257	40	11.077
03 01 01		Cortezas (Fronosas)	0	18.225	20	14.087	40	9.948

Fuente: página web Universidad de Extremadura

LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE ESTOS RESIDUOS DE LA MADERA SON:

Cuando se desea generar energía con biomasa se puede optar por diferentes sistemas tecnológicos. La elección entre uno y otro depende de las características de los recursos, de la cuantía disponible y del tipo de demanda energética requerida. En general, los sistemas comerciales existentes en el mercado para utilizar la biomasa residual seca se pueden clasificar en función de que estén basados en la combustión del recurso o en su gasificación; los que aprovechan el contenido energético de la biomasa residual húmeda están basados en su digestión anaerobia.

Sistemas basados en la combustión del recurso

El aprovechamiento térmico que supone la combustión de la biomasa puede proporcionar agua caliente, calefacción o aire caliente.

Las calderas de biomasa queman astillas, pellets o residuos agrícolas, sin humos. Las emisiones a la atmósfera son comparables a los sistemas de gas natural y gas-oil (combustibles fósiles), teniendo en cuenta que el balance de CO₂ es neutro, ya que la cantidad que la caldera expulsa para la combustión de la biomasa es igual al que esta biomasa ha capturado de la atmósfera anteriormente durante su crecimiento.



Además, las calderas de biomasa se pueden combinar perfectamente como energía auxiliar a sistemas de energía solar térmica.

Estos métodos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están bien adaptados al caso de la biomasa seca, y en particular, a los de la madera.

La combustión: Es la oxidación completa de la biomasa por el oxígeno del aire, libera simplemente agua y gas carbónico, y puede servir para la calefacción doméstica y para la producción de calor industrial.

La pirólisis: Es la combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno, a unos 500 °C, se utiliza desde hace mucho tiempo para producir carbón vegetal. Aparte de este, la pirólisis lleva a la liberación de un gas pobre, mezcla de monóxido y dióxido de carbono, de hidrógeno y de hidrocarburos ligeros. Este gas de débil poder calorífico, puede servir para accionar motores diesel, o para producir electricidad, o para mover vehículos. Una variante de la pirólisis, llamada pirólisis flash, lleva a 1000°C en menos de un segundo, tiene la ventaja de asegurar una gasificación casi total de la biomasa. De todas formas, la gasificación total puede obtenerse mediante una oxidación parcial de los productos no gaseosos de la pirólisis. Las instalaciones en las que se realiza la pirólisis y la gasificación de la biomasa reciben el nombre de gasógenos. El gas pobre producido puede utilizarse directamente como se indica antes, o bien servir de base para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol, que podría sustituir las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión (carburol).

Con los equipos que en la actualidad existen en el mercado se pueden conseguir rendimientos de combustión muy elevados, que pueden alcanzar hasta el 95% si se acoplan equipos de recuperación de calor. Los avances tecnológicos conseguidos, tanto en los sistemas de alimentación de la biomasa como en los equipos de combustión, hacen que, en estos momentos, si se dispone de biomasa y es necesario cubrir una demanda térmica en la empresa, los equipos de combustión de biomasa sean tan eficientes, cómodos y competitivos como los basados en combustibles fósiles.



En general, una planta de combustión de biomasa consta de los siguientes sistemas:

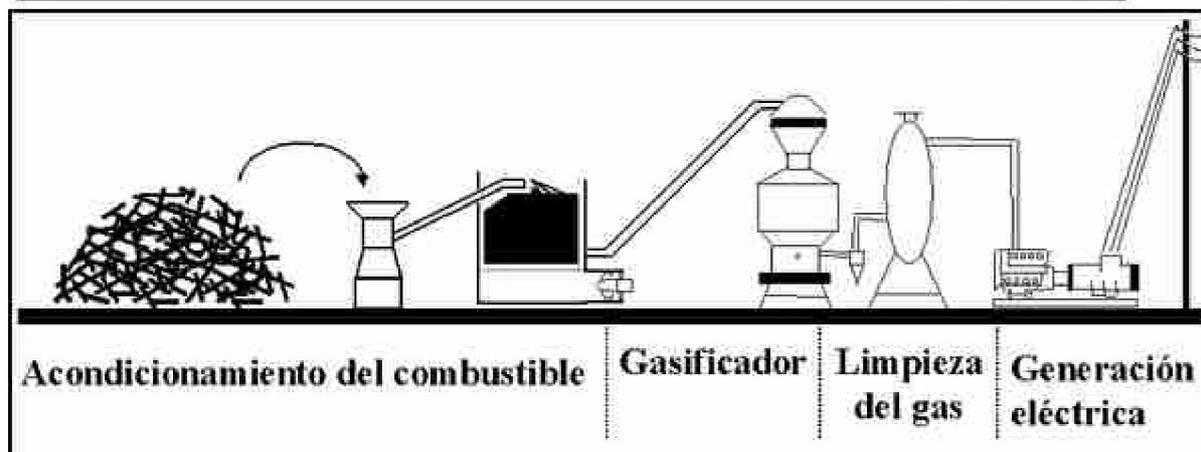
- Almacenamiento de combustible
- Transporte y dosificación del combustible al equipo de combustión
- Equipos y cámara de combustión
- Caldera (vapor, agua caliente, aceite térmico)
- Recuperadores auxiliares de calor
- Depuración de gases
- Extracción de cenizas

Existen diferentes tecnologías para llevar a cabo la combustión de la biomasa: caldera de parrilla, cámara torsional, combustor en lecho fluido, etc. En función de las características del recurso y de la demanda (energía a baja o a alta temperatura y cantidad de la misma a suministrar) es más idóneo uno que otros pero en todos los casos, los avances tecnológicos antes mencionados, proporcionan tanta seguridad y confort como los sistemas basados en combustibles fósiles.

Sistemas basados en la gasificación del recurso

Cuando se desea generar energía térmica y/o eléctrica con biomasa, ésta se puede introducir en equipos en los que por la acción del calor y la carencia de oxígeno producen, al descomponer térmicamente el recurso, un gas combustible que puede emplearse de forma similar a como se utilizan el gas natural u otros combustibles gaseosos tradicionales. Estos equipos presentan la ventaja de que poseen, cuando se trabaja con potencias reducidas o con potencias muy elevadas, mayor rendimiento que los sistemas de combustión, por lo que en esos casos pueden ser mucho más adecuados.

Aproximadamente, una planta de gasificación consta de los mismos sistemas que una planta de combustión salvo que la caldera se sustituye por el gasificador y el sistema de limpieza del gas.



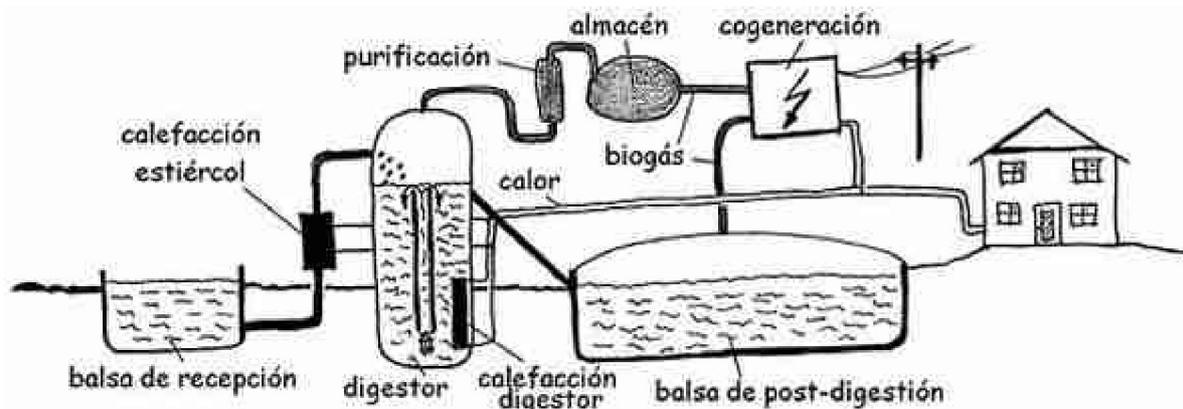
Como ocurre con la combustión, existen diferentes tecnologías de gasificación de un recurso, gasificador de corrientes paralelas, gasificador en contracorriente, gasificador de lecho fluido, etc. En función de las características del combustible y del destino del gas generado es más conveniente un tipo de aplicación u otro.

Digestión anaerobia

La biomasa residual húmeda, o lo que es lo mismo, las aguas residuales de origen orgánico, es aquella que aparece como resultado de la actividad humana en instalaciones agropecuarias, urbanas e industriales y que, por su contenido en agua y materia orgánica, puede ser tratada mediante un proceso biológico.

Estos procesos biológicos permiten el aprovechamiento del potencial energético de este tipo de biomasa, disminuyen su carga contaminante y generan subproductos estabilizados con valor fertilizante. De todos los procesos, el compostaje y la digestión anaerobia son los más empleados y ya se encuentran a escala comercial.

En este proceso la materia orgánica del residuo, en ausencia de oxígeno, se degrada o descompone por la actividad de unos microorganismos específicos transformándose en un gas de alto contenido energético o *biogás* y en otros productos que contienen la mayor parte de los componentes minerales y compuestos de difícil degradación que en ocasiones se denominan *fangos*.



El biogás, cuyos componentes principales son el metano y el anhídrido carbónico, puede emplearse para producir energía térmica, eléctrica o en sistemas de cogeneración. El metano es el componente que confiere el valor energético a este gas, 1 m³ de biogás con un 60% de metano tiene un poder calorífico próximo a las 5.500 kcal.

Para que el proceso tenga lugar con la máxima eficiencia se deben controlar una serie de factores como el pH, la alcalinidad, la acidez volátil, la temperatura, los nutrientes, los inhibidores y los tiempos de residencia.

Existen en la actualidad diferentes sistemas para llevar a cabo este proceso. Estas tecnologías se clasifican en función el sistema de carga utilizado y el estado de la biomasa bacteriana existente dentro del digestor. La implantación de una tecnología u otra depende principalmente de las características del vertido a tratar.

CH ₄	60-80%	8.145 kcal/m ³
CO ₂	20-40%	-
H ₂	1-3%	2.441 kcal/m ³
O ₂	0,1-1%	-
CO	0-0,1%	2.868 kcal/m ³
N ₂	0,5-3%	-
SH ₂ , NH ₃	0,5-1%	5.552 kcal/m ³ (SH ₂)
H ₂ O	Variable	-

Tabla 4. Composición media del Biogás y poder calorífico inferior de sus componentes (15,55 °C y 1 atm)

El precio de la biomasa es muy variable. Puede ser a coste cero, en caso de biomasa de producción propia, o llegar a precios de hasta unos 0.15 €/Kg. En la mayoría de los casos, los usuarios consiguen biomasa producida localmente a precios mucho más competitivo.

6.2 Residuos potencialmente valorizables, masa crítica, y viabilidad económica

Con el objetivo final de establecer una serie de indicadores sobre la viabilidad técnica y económica de la valorización de residuos de la madera mediante su aprovechamiento térmico y/o energético se ha determinado los siguientes parámetros:

6.2.1 Residuos potencialmente valorizables

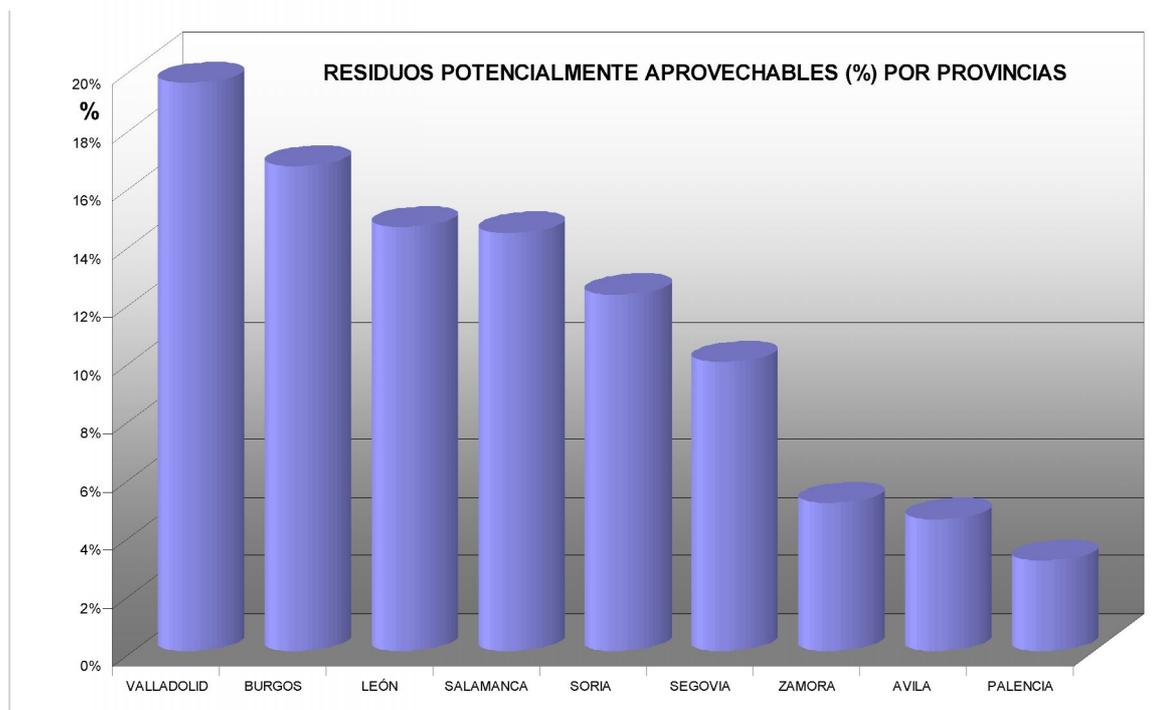
Para estimar la cantidad de residuos potencialmente valorizables se han tomado la cantidad de residuos totales que de su tipología de gestión no son aprovechados de manera interna por las empresas de cada sector.

Como dato de partida mostraremos la estimación de la cantidad de total de residuos potencialmente valorizables por provincias disponible según los datos obtenidos en el presente estudio:

PROVINCIA	Residuos Potencialmente valorizables (Tn)	%
AVILA	39733	4,7
BURGOS	146334	17,4
LEÓN	127921	15,2
PALENCIA	27135	3,2
SALAMANCA	88188	10,5
SEGOVIA	87219	10,4
SORIA	107570	12,8
VALLADOLID	171530	20,4
ZAMORA	44578	5,3
TOTAL	840207	100

Fuente: fuente propia

El siguiente gráfico muestra la distribución de los residuos potencialmente valorizables en cada provincia:



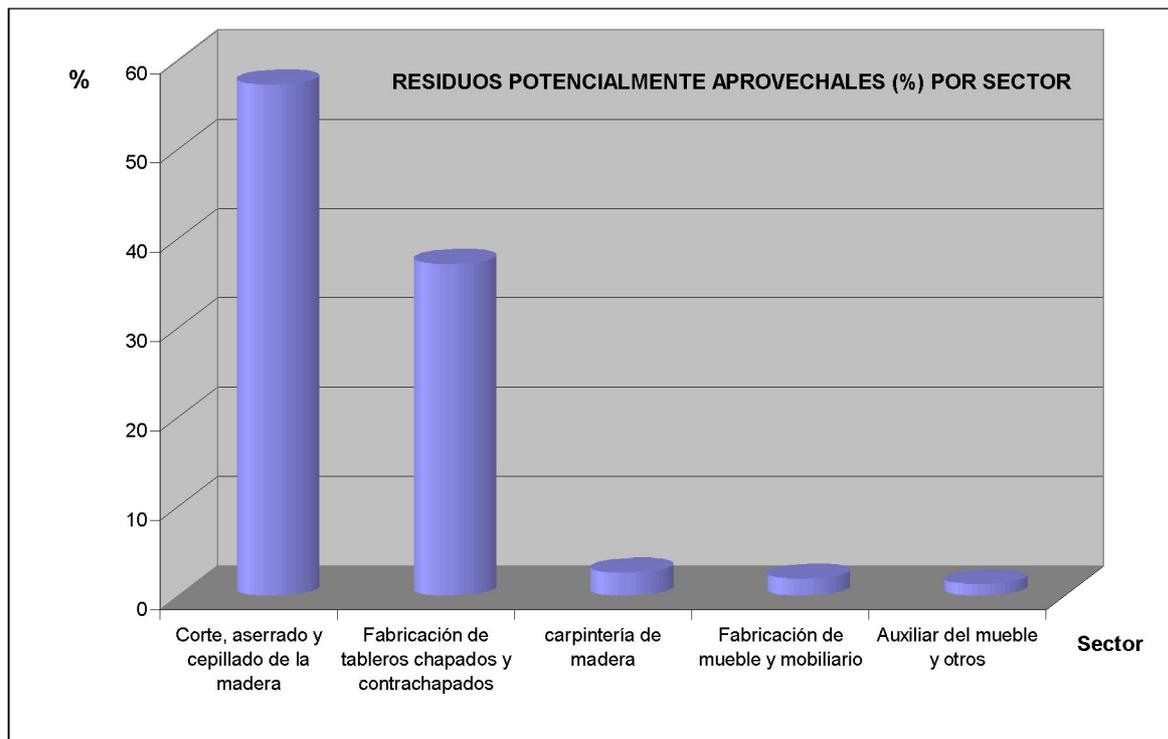
Fuente: fuente propia

Una vez estimadas las cantidades potencialmente aprovechables, estimaremos la cantidad potencialmente aprovechable de cada sector:

SECTOR	CNAE	POTENCIALMENTE APROVECHABLE	(%)
carpintería de madera	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	21.030	2,50
Corte, aserrado y cepillado de la madera	20,1	480.921	57,24
Fabricación de mueble y mobiliario	20,2	15.768	1,87
Fabricación de tableros chapados y contrachapados	20,3; 20,4	311.932	37,12
Auxiliar del mueble y otros	20,5	10.557	1,25
TOTAL		840207	100

Fuente: fuente propia

A continuación mostraremos los residuos potencialmente valorizables disponibles para cada sector de actividad:



Fuente: fuente propia

6.2.2 Áreas potenciales de aprovechamiento de residuos

Una vez estimada la cantidad de residuos potencialmente valorizables, a nivel provincial, pasamos a estimar las áreas potenciales de aprovechamiento de residuos.

Definiremos como área potencial de aprovechamiento de residuos, a los municipios donde se concentra principalmente la generación de residuos potencialmente aprovechables, así como el radio más inmediato de influencia (considerando este entre 30-50 km del lugar de origen de los residuos).

En la siguiente relación se muestran los municipios en función de su rango de generación de residuos



> 10.000 Tn anuales

ALMAZAN
PEDRAJAS S. ESTEBAN
LEÓN
PALENCIA
VILLARES REINA
PONFERRADA
MIRANDA EBRO
S. LEONARDO YAGÜE
ZAMORA
BURGOS
SORIA
SALAMANCA
CUELLAR
ISCAR
MEDINA CAMPO
VALLADOLID

Fuente: fuente propia

Entre 5.000 y 10.000 Tn anuales

ARANDA DUERO
HONTORIA PINAR
NAVATEJERA
STA OLAJA RIBERA
TORAL VADOS
S. ESTEBAN GORMAZ
LA CISTERNIGA
SANTOVENIA PISUERGA
AVILA
LAS NAVAS MARQUES
BELORADO
ASTORGA
HONTORIA
COVALEDA
SEGOVIA
VILLALONQUEJAR
DURUELO SIERRA

Fuente: fuente propia



Entre 2.000 y 5.000 Tn anuales

CEBREROS
CRESPOS
EL TIEMBLO
MIJARES
VALDELOSA
VITIGUDINO
S. JUAN REBOLLAR
VILLABRAZARO
FUENTEMILANOS
VALLELADO
BRIVIESCA
GIJANO
HUERTA REY
QUINTANAR SIERRA
REGUMIEL SIERRA
VILLARCAYO
ARMUNIA
ONZONILLA
VILLA FRANCA BIERZO
ABEJAR
OSMA
VINUESA
LAGUNA DUERO
PEÑAFIEL
TORDESILLAS

ARENAS SAN PEDRO
BEJAR
CARBAJOSA SAGRADA
CIUDAD RODRIGO
VILLORUELA
TORO
CANTALEJO
CANICOSA SIERRA
CASTAÑARES
PALACIOS SIERRA
SANTECILLA
VILLAGONZALO- PEDERNALES
CACABELOS
LA BAÑEZA
S. ANDRES RABANEDO
BURGO OSMA
NAVALENO
VILLALOBON
SALAS INFANTES
VILLALBA DUERO
VALDELAFUENTE
AGUILAR CAMPOO
OLMEDO

Fuente: fuente propia

< 2.000 Tn anuales

AREVALO
BURGOHONDO
LA ADRADA
LANZAHITA
NAVALUENGA
NAVARREDONDILLA
PAPATRIGO
RAMACASTAÑAS
SAN JUAN MOLINILLO
ABUSEJO
BABILAFUENTE
CABRERIZOS
CASTELLANOS MORISCOS
CASTELLANOS VILLIQUERA
DOÑINOS SALAMANCA
GARCIBUEY
LUMBRALES
MACHACON

MASUECO
MOGARRAZ
MONSAGRO
NAVALES
PEÑAPARDA
PUEBLA YELTES
PUERTO BEJAR
ROBLEDA
VILLAR GALLIMAZO
VILLORIA
CORESES
FERMOSELLE
NUEZ
POBLADURA VALLE
S. AGUSTIN POZO
S. CEBRIAN CASTRO
SAN VITERO
SANZOLES

STA CRISTINA POLVOROSA
VALCABADO
VEZDEMARBAN
ARAGONESES
AYLLON
CABEZUELA
CARRASCAL
COCA
CHAÑE
FUENTERREBOLLO
HONTALBILLA
MOZONCILLO
NAVA ASUNCION
PALAZUELOS ERESMA
PRADERA NAVALHORNO
REVENGA
RIAZA
SAN RAFAEL

OBSERVATORIO INDUSTRIAL DEL SECTOR ENERGÉTICO DE CASTILLA Y LEÓN



SANCHONUÑO
TABANERA LUENGA
TIZNEROS
VEGANZONES
COGOLLOS
CORUÑA CONDE
DOÑA SANTOS
FRESNILLO DUEÑAS
GUMIEL HIZAN
MALTRANA
MECERREYES
MILAGROS
PARADORES MENA
REVILLA-CABRIADA
RUBENA
SALDAÑA BURGOS
SANTELICES
SOTOPALACIOS
TARDAJOS
TRESPADERNE
VILVIESTRE PINAR
VILLACIENZO
VILLALBILLA BURGOS
VILLALMANZO
VILLASANA MENA
VILLATORO
ALIJA INFANTADO
BEMBIBRE
BENAVIDES
CAMPONARAYA
CASTROQUILAME
CISTIerna
FOJEDO PARAMO
LA MILLA RIO
LA ROBLA
MANSILLA MULAS
MATALLANA TORIO
NOCEDA
POBLADURA REGUERAS
RIEGO VEGA
ROBLES VALCUEVA

RODEROS
S. JUSTO VEGA
SAELICES SABERO
SANCEDO
SANTO TOMAS OLLAS
STA MARINA VALDEON
SUEROS CEPEDA
TORENO
VALDEARCOS
VENTAS ALBARES
VERDIAGO
VILORIA
VILORIA JURISDICCION
VILLADANGOS PARAMO
VILLADEPALOS
VILLALIBRE JURISDICCION
VILLORIA ORBIGO
AGREDA
BERLANGA DUERO
CASAREJOS
EL ROYO
LANGA DUERO
MATUTE ALMAZAN
ANTIGÜEDAD
BALTANAS
GUARDO
PAREDES NAVA
VILLAMURIEL
ALCAZAREN
ALDEAMAYOR S. MARTIN
FUENSALDAÑA
MATAPOZUELOS
NAVA REY
POZAL GALLINAS
PUENTE-DUERO
RUEDA
S. MIGUEL ARROYO
S. VICENTE PALACIO
SERRADA
TUDELA DUERO
VALDESTILLAS

VILORIA
EL HOYO PINARES
ALDEATEJADA
PEÑARANDA BRACAMONTE
S. CRISTOBAL CUESTA
STA. MARTA TORMES
BENAVENTE
S. CRISTOBAL ENTREVIÑAS
CAMPO SAN PEDRO
LA LASTRILLA
LA LOSA
NAVAFRIA
OTERO HERREROS
SAN ILDEFONSO
VALSAIN
VALVERDE MAJANO
GUMIEL MERCADO
MEDINA POMAR
NAVA ORDUNTE
VILLARIEZO
COLUMBRIANOS
CUBILLOS SIL
DEHESAS
PTE. DOMINGO FLOREZ
TROBAJO CAMINO
TROBAJO CERECEDO
VALENCIA D. JUAN
VILLABALTER
VILLAVERDE ABADIA
ARCOS JALON
ESPEJON
MOLINOS DUERO
OLVEGA
ARROYO DE LA ENCOMIENDA
OLIVARES DUERO
OLMOS PEÑAFIEL
VILLALBA ALCORES
ZARATAN

Fuente: fuente propia

Anexo se adjunta plano con las municipios y sus áreas de influencia que conforman áreas potencialmente aprovechables.

6.2.3 Potencia térmica y eléctrica disponible.

En función de las cantidades de residuos generados potencialmente valorizables disponibles, totales y para cada una de las provincias objeto del estudio, en la siguiente tabla se muestra la capacidad teórica existente de generación de energía, tanto eléctrica como térmica:

	RESIDUOS GENERADOS (Tn)	CAPACIDAD GENERADORA (MW/h)	CAPACIDAD ELÉCTRICA	CAPACIDAD GNERADORA (Mcal/h)	CAPACIDAD TÉRMICA
Ávila	39732,99	193,6	96,8	166,9	154,9
Burgos	146333,68	712,9	356,5	614,6	570,4
León	127920,83	623,2	311,6	537,3	498,6
Palencia	27134,72	132,2	66,1	114,0	105,8
Salamanca	88187,85	429,7	214,8	370,4	343,7
Segovia	87218,75	424,9	212,5	366,3	339,9
Soria	107569,79	524,1	262,0	451,8	419,3
Valladolid	171530,21	835,7	417,8	720,4	668,6
Zamora	44578,47	217,2	108,6	187,2	173,7
TOTAL	840207,3	4093,5	2046,7	3528,9	3.274,8

Fuente: fuente propia

Para la cuantificación de estos datos se ha considerado las siguientes unidades:

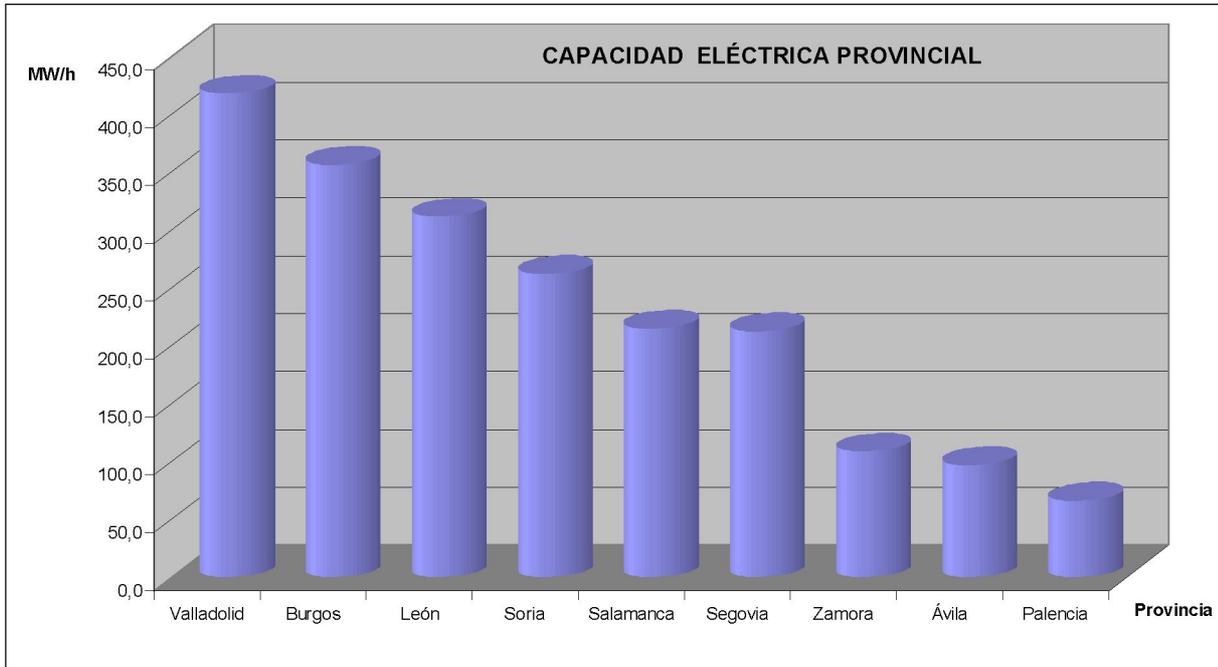
- con un kg de los residuos cuantificados se generan 0,0042 MCal/h
- con un kg de los residuos cuantificados se generan 0,0048 MW/h

De los datos anteriores estimados, con una capacidad generadora de 4100 MW/h aproximadamente, que si son aprovechados para generar energía eléctrica, con la tecnología actual disponible que permite unos rendimientos aproximados de un 50% de la capacidad potencial generadora, nos permitiría instalaciones con capacidad de generar aproximadamente unos 2.000 MW/h.

Si esta capacidad generadora, estimada en MCal/h, es aprovechada para producir energía térmica, que con las tecnologías actuales disponibles permiten unos rendimientos aproximados del 80%, permitiría unas instalaciones con una capacidad generadora de 3.200 MCal/h aproximadamente.

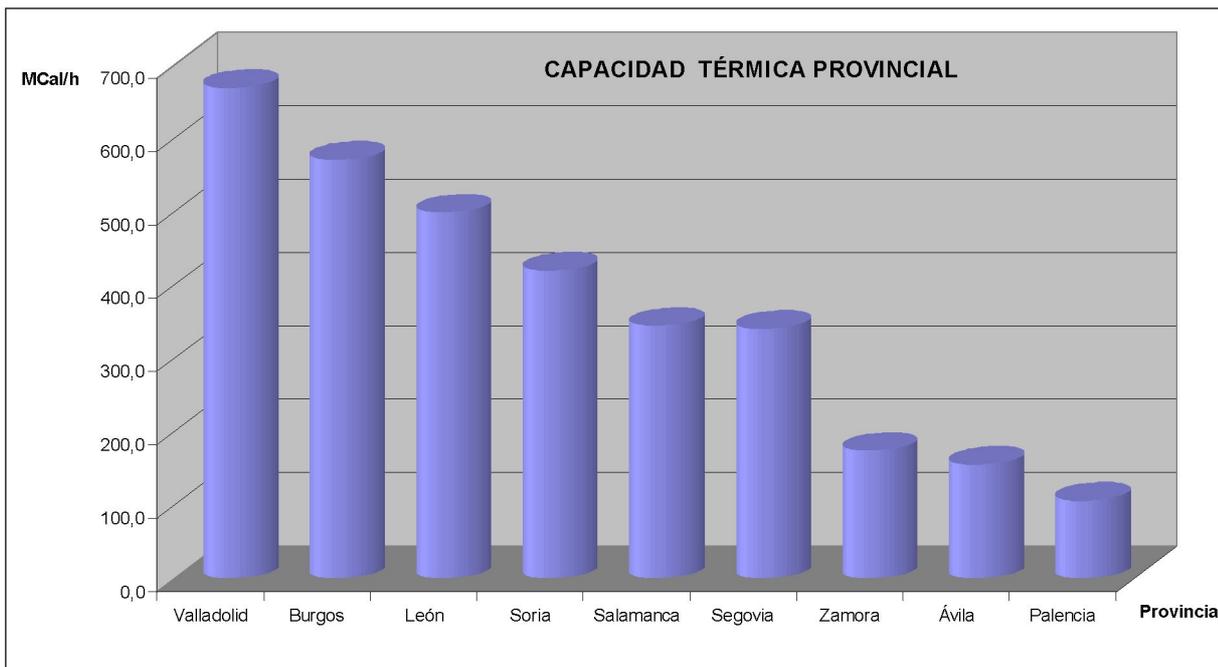
De las cantidades anteriormente estimadas podemos establecer las provincias con mayor potencial generadora tanto de energía eléctrica como térmica.

En el siguiente gráfico se puede observar la capacidad provincial generadora eléctrica:



Fuente: fuente propia

En cuanto a la energía térmica el siguiente gráfico muestra la capacidad de cada provincia:



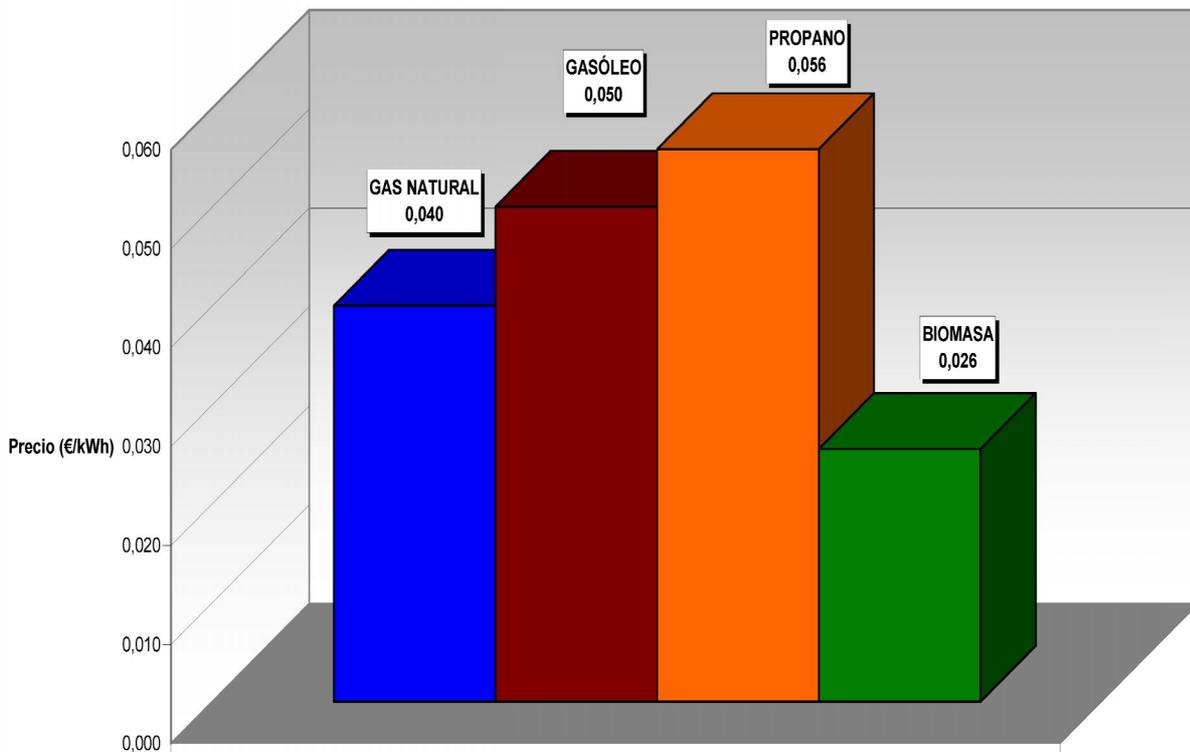
Fuente: fuente propia

6.2.4 Datos sobre costes de inversión y masa crítica

Como dato inicial tomaremos el coste estimado de la producción de energía con respecto a otras fuentes de combustibles disponibles:



PRECIO DE ENERGÍA



Fuente: fuente HC Ingeniería

Los costes de inversión irán en función del tipo de instalación a poner en funcionamiento, y de las dimensiones de la misma.



Pondremos varios casos que englobarían las diferentes posibilidades:

Calderas de 40-100 kW

Aprovechamiento de la biomasa en calderas de pequeñas dimensiones, que proporcionan el calor requerido por el equipo, parcial o totalmente, en forma de agua caliente sanitaria y calefacción.

Son adecuadas para hospitales, colegios, complejos deportivos, bloques de pisos, casas aisladas,...

Plantas de 0.1-2 MW

Son las llamadas District Heating, plantas pequeñas de aprovechamiento de biomasa. Proporcionan calor para usos residenciales, industriales o servicios, con la posibilidad de generar electricidad, en función del tamaño de la caldera. Idónea para barrios residenciales o polígonos industriales.

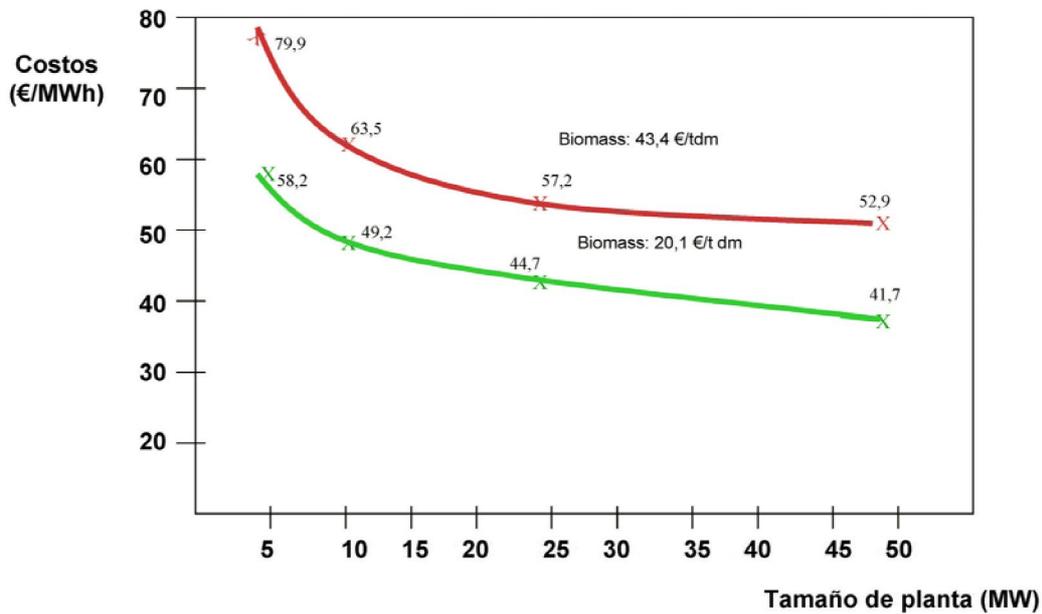
Plantas de Cogeneración de 5 MW

Capacitadas para la producción de 5 MW de energía eléctrica a partir de la biomasa forestal. También aprovechan parte del vapor producido para generar energía calorífica.

En relación con el precio estimado de la biomasa hay que tener en cuenta que estos precios pueden sufrir modificaciones en función de diversos factores, como puede ser el precio de transporte, la disponibilidad del recurso en el entorno, y la distancia a la que se encuentra el mismo (para que el precio sea asequible en función de la distancia, se toma como baremo una distancia media entre 30 y 50 Km. al lugar de destino).

Otro dato significativo a la hora de determinar el precio de la biomasa es la elación del coste de esta con el tamaño de la planta a la que se destina, lo que se muestra en el siguiente gráfico:

Influencia del tamaño de la planta y del coste de la biomasa sobre los costos de generación eléctrica.



Fuente: fuente Ciemat

En las siguientes imágenes se diferentes cálculos de costos e inversiones de producción de energía con biomasa:

Rangos de capacidad de los equipos	Tecnología de combustión/fabricante	Rendimiento energético máximo	Costes de inversión comparativos	Necesidad de limpieza del gas de chimenea(1)
De 33 MW _{th} y max. 10 MW _{el} a 63 MW _{th} y max. 20 MW _e	Combustor de parrilla GeKa	88 %	bajos	Tratamiento de los gases necesario en algunos casos
De 33 MW _{th} y max. 10 MW _{el} a 63 MW _{th} y max. 20 MW _{el}	Combustor de lecho fluidizado Babcock Borsari Power Austrian Energy	92-94 %	altos	No es preciso tratamiento
De 15 MW _{th} a 35 MW _{th}	Combustor de lecho fluidizado Ahlstrom/Finland	92 - 94 %	altos	No es preciso tratamiento
De 1 MW _{th} y max. 200 kW _{el} a 20 MW _{th} y max. 6 MW _{el}	Combustor ciclónico vertical BTU Cottbus, BBP IK Peitz, ERI	94 %	medios	No es preciso tratamiento
N.D.	Combustor de combustible pulverizado Schoppe	94 %	medios-altos	Tratamiento de los gases necesario en algunos casos
18 MW _{th}	Tecnología combinada parrilla/combustible pulverizado Fa. Weiss, Dillenburg	94 %	altos	Tratamiento de los gases necesario en algunos casos

(1) Limpieza adicional a los ciclones y filtros de mangas o electrofiltros N.D. No disponible

Fuente: fuente Ciemat

A continuación se muestran las distintas precios indicativos de equipos individuales térmicos de biomasa:

COMPACTO DE CHIMENEA CON RECIRCULACIÓN FORZADA DE AIRE MEDIANTE TURBINAS			
Capacidad		Sup. calentada	Precio aprox.
(Kcal/h)	kW	m²	Euros
8.000	9	<70	680
11.000	12	70-90	810
14.000	16	90-130	950
COMPACTOS DE CHIMENEA CON CIRCUITO CERRADO DE AGUA			
Capacidad		Precio aprox. (€/kW)	
12-25 kW		100-150	
COCINAS Y ESTUFAS CON CALDERA PARA CALEFACCIÓN Y ACS.		CALDERAS	
Capacidad(Kcal/h)	Precio aprox. (euros)	Capacidad con leña kW	Precio aprox. (€/KW)
20.000	880	10-50	250-400
25.000	1080		
30.000	1220		

Fuente: fuente Ciemat

En cuanto a la relación de coste de producción de energía, tanto térmica como eléctrica, los siguientes cuadros muestran la relación de costes en función de la fuente de energía:

Precios aproximados indicativos de diferentes energías para calefacción en el sector doméstico a pequeños consumidores (€/GJ)

Gasóleo	16-18
Gas natural (1)	16
Electricidad (2)	16- 17
Biomasa:	
- Leña	9-12
- Pelets	11-14

Costos de la generación eléctrica (c€/kWh).

Fuentes Convencionales	4 - 6
Biomasa	6 - 12

(1) Precio para comunidades de vecinos.

(2) Con acumuladores y tarifa nocturna

Fuente: fuente Ciemat



7 Conclusiones

Para extraer las siguientes conclusiones, se ha contado con la respuesta de 118 cuestionarios y de 32 visitas a las empresas del sector que agrupan las actividades objetos de estudio, que tienen los siguientes CNAE's:

SECTOR	CNAE	Total datos disponibles
Fabricación de mueble y mobiliario	36,11; 36,12; 36,13; 36,14	42
Corte, aserrado, y cepillado de la madera	20,1	44
Fabricación de tableros de chapa y contrachapados	20,2	15
Carpintería de madera	20,3;20,4	30
Auxiliar del mueble	20,5	19
	Total	150

Fuente: elaboración propia

Los resultados nos revelan las siguientes conclusiones:

1. **Fomentar el aprovechamiento de los residuos de la madera** con la creación de plantas de cogeneración eléctrica debido a la cantidad de residuos que se generan en determinadas zonas, aparte de la posibilidad de asumir el resto de aprovechamientos, como el térmico por medio de calderas y equipos de combustión.

Las principales zonas generadoras de residuos son:

- Entre 5.000 y 10.000 Tn anuales:

ARANDA DUERO
HONTORIA PINAR
NAVATEJERA
STA OLAJA RIBERA
TORAL VADOS
S. ESTEBAN GORMAZ
LA CISTERNIGA
SANTOVENIA PISUERGA
AVILA

LAS NAVAS MARQUES
BELORADO
ASTORGA
HONTORIA
COVALEDA
SEGOVIA
VILLALONQUEJAR
DURUELO SIERRA

Fuente: elaboración propia



- Mayor de 10.000 Tn anuales:

ALMAZAN
PEDRAJAS S. ESTEBAN
LEÓN
PALENCIA
VILLARES REINA
PONFERRADA
MIRANDA EBRO
S. LEONARDO YAGÜE
ZAMORA

BURGOS
SORIA
SALAMANCA
CUELLAR
ISCAR
MEDINA CAMPO
VALLADOLID

Fuente: elaboración propia

La cantidad total estimada de residuos generados por las industrias del sector de la madera y el mueble en el conjunto de la comunidad de Castilla y León, asciende aproximadamente a **1,8 millones de toneladas anuales**, para el conjunto de todas las tipologías de residuos valorizables de la madera.

Los residuos están distribuidos de la siguiente manera entre las distintas provincias de la región:

	Ávila	Burgos	León	Palencia	Salamanca	Segovia	Soria	Valladolid	Zamora
Residuos generados	85.930,7	316.476,5	276.655	58.684,4	190.724,3	188.628,4	232.641,7	370.969,2	96.410,1
%	4,7	17,4	15,2	3,2	10,5	10,4	12,8	20,4	5,3

Fuente: elaboración propia

2. Incentivar **los métodos de aprovechamiento** más recomendados para el conjunto de la zona:

- Para las zonas donde se generan una cantidad **menor de 5.000 kg.** de residuos potencialmente valorizable se recomienda potenciar la utilización del mismo para aprovechamiento térmico de estos residuos.
- Para el resto de núcleos con **mayor capacidad generadora** (más de 5.000 kg) de residuos potencialmente valorizables se recomienda la potenciación de instalaciones de cogeneración eléctrica, además de tener capacidad de asumir el aprovechamiento térmico de los residuos para edificios tanto privados como públicos.



3. Incentivar **los métodos de aprovechamiento** más recomendados para las empresas que han sido objeto de estudio:
 - Se recomienda el aprovechamiento interno de estos residuos como **fente calorífica y eléctrica para las empresas**, objeto del estudio, por medio de calderas de cogeneración con las que dar calefacción a la empresa y generar electricidad, como método de ahorro de costes, tanto en la gestión de estos residuos, como el ahorro producido en los consumos de energía utilizada para la calefacción y electricidad usadas.



Junta de
Castilla y León
Consejería de Economía y Empleo

Ade
Inversiones y Servicios



cecale



8 Anexos

8.1 Planos.

8.1.1 DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE EMPRESAS

8.1.2 DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE RESIDUOS GENERADOS

8.1.3 DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GESTIONADOS

8.1.3.1 *APROVECHAMIENTO INTERNO*

8.1.3.2 *GESTOR AUTORIZADO*

8.1.3.3 *CONTENEDOR MUNICIPAL*

8.1.3.4 *VENTA*

8.1.4 DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL DE RESIDUOS POTENCIALMENTE APROVECHABLES