

ÍNDICE.

1- Introducción	1
1.1- Problemática	1
1.1.1- Marco Europeo	1
1.1.2- Marco Nacional	2
1.1.3- Marco Autonómico	4
1.2- Estado del arte	5
2- Objetivos	11
2.1- Objetivos generales	11
2.2- Objetivos específicos	11
3- Material y métodos	12
3.1- Material	12
3.1.1- Descripción del medio físico	12
3.1.1.1 Situación	12
3.1.1.2 Vegetación	13
3.1.1.3 Topografía	16
3.1.1.4 Climatología	18
3.1.1.5 Geología y Litología	22
3.1.1.6 Edafología	23
3.1.1.7 Fauna	23
3.1.1.8 Hidrología	24
3.1.2- Descripción del Medio Forestal	25
3.1.3- Descripción del Medio Agrícola	26
3.1.4- Definición de Biomasa	28
3.1.4.1- Biomasa Residual Forestal (BRF)	28
3.1.4.2- Biomasa Residual Agrícola (BRA)	29
3.1.4.3- Biomasa Residual Industrial (BRI)	29
3.2- Metodología	30
3.2.1- Inventariación y cálculo de existencias crecimiento y posibilidades	30
3.2.1.1- Cálculo de biomasa residual forestal	30
3.2.1.2- Cálculo de biomasa residual agrícola	37
3.2.1.3- Cálculo de biomasa residual industrial	38
3.2.2- Análisis de sistemas de aprovechamiento y logísticos representativos	39
3.2.2.1- Análisis de sistemas de aprovechamiento y logísticos para biomasa residual forestal	39
3.2.2.2- Análisis de sistemas de aprovechamiento y logísticos para biomasa residual agrícola	44
4- Resultados y discusión	48
4.1- Existencias y posibilidad de biomasa	48
4.1.1- Existencias y posibilidad de biomasa residual forestal	48
4.1.2- Existencias de biomasa residual agrícola	51
4.1.3- Existencias de biomasa residual industrial	53
4.2- Sistemas de aprovechamiento y logísticos representativos	54
4.2.1- Elección de sistemas de aprovechamiento y logísticos para BRF	54
4.2.2- Elección de sistemas de aprovechamiento y logísticos para BRA	59

4.2.3- Elección de sistemas de aprovechamiento y logísticos para BRI...	62
4.3- Sistema integrado de logística avanzada en la cadena Monte- Energía.....	63
4.4- Plan de aprovechamiento integral a nivel municipal.....	64
5-Conclusiones	66
6-Bibliografía	68
7-Anexos	70
ANEXO I: Estratos definidos para la provincia de Valencia. Fuente:IFN3.....	70
ANEXO II: Elaboración de porcentajes obtenidos de los valores modulares de biomasa seca en Kg de las distintas fracciones de biomasa. Fuente: Elaborado por AIDIMA (2010) a partir de datos de Montero et al. 2005.....	71
ANEXO III: Ratio residuos superficie de los principales cultivos leñosode la Comunitat Valenciana.....	72
ANEXO IV: Tablas de precios, costes horarios, rendimientos y costes totales de maquinaria forestal.....	73
ANEXO V. Tablas de existencias por especies y estratos de Biomasa Residual Forestal.....	76
ANEXO VI. Estado de los montes y las explotaciones agrícolas.....	80

INDICE DE FIGURAS.

Figura nº 1. Recursos potenciales teóricos de Biomasa en España. Fuente: PER.....	2
Figura nº 2. Objetivo para el incremento de consumo de Biomasa 2005-2010 Fuente:PER.....	3
Figura nº 3: Situación relativa. Fuente: Ayto de Enguera.....	12
Figura nº 4: Relieve general de Enguera. Fuente: Carta digital de España.....	16
Figura nº 5. Climodiagrama estación de “Las Arenas”.....	21
Figura nº 6. Litología en el TM de Enguera. Fuente: Ayto. de Enguera.....	22
Figura nº7. Fauna en el TM. de Enguera. Fuente: Ayto. de Enguera.....	24
Figura nº 8. Estado de la masa forestal en Enguera.....	25
Figura nº 9. Cultivo del olivar en Enguera.....	26
Figura nº 10. Cultivo de la vid en Enguera.....	27
Figura nº 11. Cultivo de cítricos en Enguera.....	27
Figura nº12. Esquema de la metodología para la estimación de la biomasa potencial de aprovechamiento energético.....	31
Figura nº 13. Gráfico Toneladas de las distintas fracciones de BRF por estratos y totales.....	49
Figura nº 14.Gráfico Toneladas de Biomasa Residual Forestal Total y Aprovechable.....	49
Figura nº 15. Gráfico Posibilidad de las distintas fracciones, Posibilidad total y Posibilidad aprovechable.....	50
Figura nº 16. Toneladas de Biomasa Residual Agrícola.....	52
Figura nº 17. Producción de Biomasa Residual Industrial.....	53
Figura nº 18. Sistema integrado de logística avanzada en la cadena monte-energía. Fuente: Adaptado de Tolosana 2009.....	63
Figura nº 19 . Produccion de Biomasa Residual en Enguera. Fuente: Elaboración Propia.....	64

INDICE DE TABLAS.

Tabla nº 1. Consumo español de Renovables y su aportación en la Energía Final. Fuente: (Metodología Comisión Europea).....	4
Tabla nº 2. Estrato arbustivo clase 1.....	13
Tabla nº 3. Estrato arbustivo clase 2.....	14
Tabla nº 4. Estrato arbustivo clase 4.....	14
Tabla nº 5: Regresión climática . Serie 22b mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la encina.Fte: Series de Vegetación. Rivas –Martínez.....	16
Tabla nº 6: Pendientes. Fuente: Elaboración propia.....	17
Tabla nº 7: Exposiciones. Fte: Elaboración propia.....	18
Tabla nº 8: Observatorios termopluviométricos. Fte: Atlas climático de la Comunidad Valenciana. Elaboración propia.....	19
Tabla nº 9. Precipitación media anual y mensual.....	19
Tabla nº 10. Número medio anual y mensual de días de precipitación.....	19
Tabla nº 11. Precipitación media y días de precipitación estacional.....	19
Tabla nº 12. Datos térmicos del observatorio de “Las Arenas”.....	20
Tabla Nº 13. Densidad básica de la madera para cada una de las especies de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes.....	33
Tabla nº 14. Diámetro medio de pies menores para cada provincia. Fuente: Parcelas de campo del IFN3. Elaboración propia.....	34
Tabla nº 15. Factor de intesidad de aprovechamiento en función de la pendiente. Fuente: Elaboración propia.....	36
Tabla nº 16 .Ratio residuos superficie de los principales cultivos leñosos de la Comunitat Valenciana. Fuente: A partir de datos de diversas fuentes.....	38
Tabla nº 17. Operaciones y zonas de trabajo. Fuente: Elaboración Propia.....	39
Tabla nº 18. Organización de la maquinaria en claras en terrenos llanos y de buena accesibilidad. Fuente: AIDIMA , proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).....	40
Tabla nº 19. Organización de la maquinaria en terrenos llanos y accesibles (segunda opción). Fuente:AIDIMA Proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).	40
Tabla nº 20 .Organización de la maquinaria en terrenos llanos y accesibles (tercera opción). Fuente: AIDIMA Proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).....	41
Tabla nº 21. Organización de la maquinaria para claras y clareos en terrenos en pendiente. Fuente: AIDIMA Proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).....	41
Tabla nº 22. Organización de la maquinaria mediante empacado. Fuente: AIDIMA Proyecto LIFE Best4VarioUse (2010)	43
Tabla nº 23. Combinacion de maquinaria en etapas. Fuente: AIDIMA Proyecto LIFE Best4VarioUse (2010)	45
Tabla nº 24. Combinación de posibilidades PODA-ALINEACIÓN-CONCENTRACIÓN-ASTILLADO. Fuente: Elaboración Propia.....	45
Tabla nº 25. Toneladas de las distintas fracciones de BRF por estratos y totales. Fuente: : AIDIMA (2010), elaborado a partir de datos del IFN3.....	48
Tabla nº 26. Toneladas de Biomasa Residual Forestal Total y Aprovechable. Fuente: AIDIMA (2010), elaborado a partir de datos del IFN3.....	49
Tabla nº 27. Posibilidad de las distintas fracciones, Posibilidad total y Posibilidad aprovechable. Fuente: AIDIMA (2010), elaborado a partir de datos del IFN3.....	50
Tabla nº 28 . Producción de Biomasa Residual Agrícola.Fuente: AIDIMA (2010),elaborado a partir de datos del Informe del Sector Agrari Valencià 2009.....	51

Tabla nº 29. Producción de Biomasa Residual Industrial. Fuente: Elaboración Propia.....	53
Tabla nº 30. Limpieza de Monte Bravo pendiente > 25%. Fuente: Elaboración Propia.....	54
Tabla nº 31. Limpieza de Monte Bravo pendiente < 25%. Fuente: Elaboración Propia.....	55
Tabla nº 32. Claras en Latizal pendiente > 25%. Fuente: Elaboración Propia.....	56
Tabla nº 33. Claras en Latizal pendiente < 25%. Fuente: Elaboración Propia.....	57
Tabla nº 34. Cortas en Fustal pendiente > 25%. Fuente: Elaboración Propia.....	57
Tabla nº 35. Cortas en Fustal pendiente < 25%. Fuente: Elaboración Propia.....	58
Tabla nº 36. Criterios de Ponderación. Fuente: Elaboración Propia.....	60
Tabla nº 37. Tabla final de combinación de alternativas y criterios. Fte: Elaboración propia.....	60
Tabla nº 38. Criterios de Ponderación 2. Fte: Elaboración Propia.....	61
Tabla nº 39. Tabla final de combinación de alternativas y criterios 2. Fte: Elaboración propia.....	62
Tabla nº 40. Estacionalidad en el aprovechamiento de Biomasa Residual. Fte: Elaboración Propia.....	65

1- Introducción.

1.1- Problemática.

1.1.1- Marco Europeo.

Las energías renovables, entre las que se encuentra la biomasa, son fuentes energéticas que han experimentado en los últimos años un aumento notable en cuanto a la aportación a la cobertura de las necesidades energéticas de la población (IDAE, 2007)

Este fuerte impulso dado a las fuentes de energías alternativas se debe a diversas razones y en particular en la Biomasa podrían definirse como ventajas, entre las que cabe destacar:

- 1- Se permite la producción de energía a partir de la biomasa, que es un recurso autóctono, renovable y neutro en cuanto a las emisiones de efecto invernadero.
- 2-Mediante la puesta en valor de la biomasa, se reduce de forma considerable la incidencia de los incendios forestales en la zona.
- 3-También se produce una disminución del riesgo de plagas.
- 4- Con la aplicación de tratamientos silvícolas se favorece la mejora del estado de la masa forestal e incluso se favorece la regeneración natural de zonas arboladas que anteriormente eran matorral, se facilita la reforestación artificial y también se facilita la realización de los restantes trabajos forestales.
- 5- Se produce un aumento del empleo, y también se produce un aumento del desarrollo industrial y económico de la localidad.

En la actualidad la biomasa no debe considerarse como un resto a eliminar, sino como una producción real del monte o de la agricultura y como tal debe ser gestionada. Considerar a la biomasa como un residuo en la gestión forestal o agrícola significa desperdiciar una fuente de energía importante con una potencialidad calorífica media de unas 3500 Kcal/Kg (IDAE, 2007)

En el interior del marco europeo se han elaborado diversos programas que tratan de potenciar y favorecer estas fuentes de energía, a la par que buscan un incremento de la cohesión y el empleo en zonas rurales. Fueron estos objetivos los que llevaron a la elaboración en 1997 del “Libro Blanco para una Estrategia Común” y un Plan de acción para las Energías Renovables” por parte de la Comisión de las Comunidades Europeas (IDAE, 2005).

La política energética de la Unión Europea se centra en dos aspectos claves:

- a) Ahorro en el consumo energético.
- b) Diversificación de las fuentes de energía, con el fomento de las energías renovables, dentro de los compromisos destinados a cumplir con los objetivos marcados en el Protocolo de Kyoto.

El “Libro Blanco” plantea un importante objetivo general, que consiste en la aportación de un 12 % del suministro energético con energías renovables en el año 2010.

En 2001 se redacta la Directiva sobre el fomento de producción de la electricidad a partir de las fuentes de energía renovable, cuyo objetivo es que la proporción de electricidad “verde” (energía eléctrica generada a partir de fuentes de

energía renovable), sea del 22 % en el 2010. La Comisión Europea propone que los países miembros utilicen una serie de medidas de apoyo para fomentar el consumo de bioelectricidad (Ayudas fiscales, financieras, subvenciones, certificados verdes...)(IDAE, 2005).

Parece ser que Escandinavia y Austria están a la cabeza de la producción y utilización de Energía procedente de los bosques. Estos países pueden ser un referente a seguir a la hora de utilizar la Biomasa como fuente de Energías Renovables (IDAE, 2005).

1.1.2 Marco Nacional.

A nivel nacional, y tomándose como referencia el Libro Blanco de la Comisión Europea, asumiendo el compromiso se elabora la ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico. A raíz de esta ley, se desarrolla el Plan de Fomento de las Energías Renovables, aprobado en consejo de ministros el 30 de Diciembre de 1999. A partir de este punto se generan las directrices del PER (Plan de Energías Renovables) 2005-2010, en el que se abren las puertas de un nuevo mercado energético en el Estado Español. Los principales objetivos del PER 2005-2010 son:

- a) Cubrir al menos el 12 % del consumo total de energía en 2010 con energías procedentes de fuentes de energía renovable.
- b) Cubrir el 29,4 % de la generación eléctrica con energías renovables.
- c) Alcanzar el 5,75 % de utilización de biocarburantes en el sector transporte.

En el PER 2005-2010 alcanza una especial relevancia, la generación energética, a partir de la Biomasa en sus diferentes vertientes.

También en el Plan de Fomento se adscribe el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (PPAE) que fomenta el empleo de energías renovables.

Los recursos potenciales teóricos de biomasa en España se resumen en el presente gráfico:

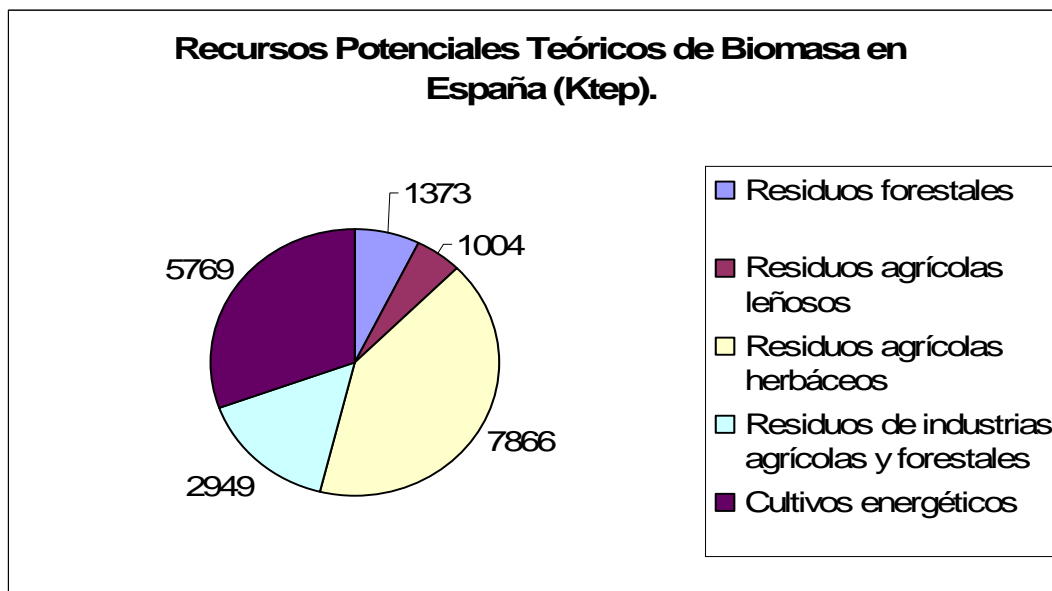


Figura nº1. Recursos potenciales teóricos de Biomasa en España. Fuente: PER.

En cuanto al incremento de la biomasa en el periodo 2005-2010, podemos apreciar perfectamente en el siguiente gráfico que el recurso que mayor incremento puede experimentar son los cultivos energéticos con 1908 Ktep. y el que menor

incremento se le estima son los residuos forestales que experimentarían un incremento de 462 Kotp. El resto de recursos rozarían incrementos en torno a 600-700 Kotp. Parece paradójico que uno de los recursos que más abundan en el área mediterránea (Residuos forestales) experimenten el menor incremento, habría que estudiar las causas.

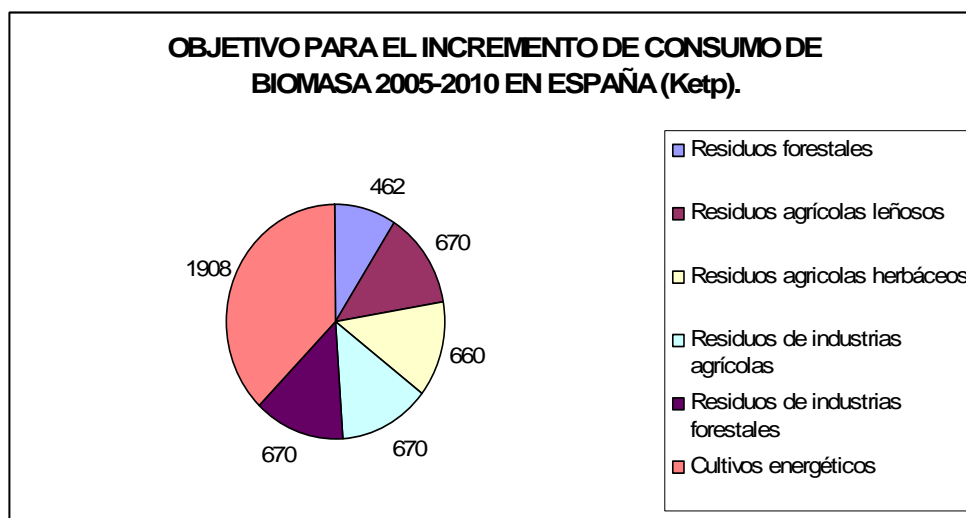


Figura nº 2. Objetivo para el incremento de consumo de Biomasa 2005-2010. Fuente:PER.

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece que cada Estado miembro elaborará un Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER 2011-2020) para conseguir los objetivos nacionales fijados en la propia Directiva.

Para España, estos objetivos se concretan en que las energías renovables representen un 20% del consumo final bruto de energía, con un porcentaje en el transporte del 10%, en el año 2020.

En una primera estimación, la aportación de las energías renovables al consumo final bruto de energía sería del 22,7% en 2020 —frente a un objetivo para España del 20% en 2020—, equivalente a unos excedentes de energía renovable de aproximadamente de 2,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep).

Como estimación intermedia, se prevé que en el año 2012 la participación de las energías renovables sea del 15,5% (frente al valor orientativo previsto en la trayectoria indicativa del 11,0%) y en 2016 del 18,8% (frente a al 13,8% previsto en la trayectoria).

CONSUMO FINAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (en ktep)	2008	2012	2016	2020
Energías renovables para generación eléctrica	5.342	8.477	10.682	13.495
Energías renovables para calefacción/refrigeración	3.633	3.955	4.740	5.618
Energías renovables en transporte	601	2.073	2786	3.500
Total en Renovables en Ktep	9.576	14.504	18.208	22.613
Total en renovables según Directiva	10.687	14.505	17.983	22.382
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL (en ktep)	2008	2012	2016	2020
Consumo de energía bruta final	101.918	93.321	95.826	98.677
% Energías Renovables/ Energía Final	10,50%	15,50%	18,80%	22,70%

**Tabla nº 1. Consumo español de Renovables y su aportación en la Energía Final.
Fuente: (Metodología Comisión Europea)**

1.1.3- Marco Autonómico.

Dentro del marco autonómico, en concreto en la Comunidad Valenciana, que es el que nos interesa se elaboró la Orden 2008/10625 de 12 de Agosto de 2008 de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, por la que se aprueban las bases reguladoras de un régimen de primas para la puesta en Valor de la Biomasa Forestal Residual en terrenos forestales de la Comunidad Valenciana. Se subvencionan 51 €/Tm. de Biomasa procedente de:

- 1- Retirada de BFR procedente de incendios forestales.
- 2- Retirada de BFR procedente de aprovechamientos forestales.
- 3- Retirada de BFR procedente de tratamientos silvícolas y selvicultura preventiva.

Hay que destacar que en la Comunidad Valenciana aún se está empezando a desarrollar el aprovechamiento del potencial energético de la Biomasa en todas sus vertientes, y que aun queda mucho camino por recorrer. Mientras que otras Comunidades Autónomas del Estado Español llevan ya algún tiempo poniendo en valor la Biomasa y contando con este recurso como una parte más del entramado para la producción energética. Por todo ello cabe citar, que en el “Plan Estratégico de Infraestructuras 2010-2020” de la Comunidad Valenciana, se recoge que el 12 % de las energías primarias ha de proceder de las energías renovables.

Cabe destacar las acciones llevadas a cabo por AVEN (Agencia Valenciana de la Energía), que está desarrollando un “Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para la Comunidad Valenciana”, en donde se fomenta entre otras actuaciones la utilización de las energías renovables, con destacado papel de la Biomasa. La citada agencia también está subvencionando la utilización de dichas energías, además de fomentar los proyectos de investigación sobre las mismas.

A nivel autonómico, cabe también citar el recién aprobado Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana (PATFOR, 2011), en donde se establecen las directrices de ordenación y gestión de los montes de la comunidad en base a sus posibles aprovechamientos, entre ellos la biomasa forestal.

1.2 Estado del Arte.

El estado del arte tiene como objeto primordial tomar las referencias o directrices básicas a nivel nacional para el desarrollo del trabajo, y lo que es más importante, el establecimiento de la necesidad de la realización del presente estudio, no solo para el TM de Enguera, sino a nivel de toda la Comunidad Valenciana, en donde se pueden hacer este tipo de planes integrales para diferentes municipios y comarca (PATFOR, 2011).

En primer lugar, cabe citar que a nivel europeo según las revisiones hechas, es en Escandinavia y Centro Europa (Austria y Alemania), en donde existe mayor desarrollo en cuanto a la generación energética por Biomasa, sobre todo Biomasa Residual Forestal. Por tanto es en estos países en donde primero se han desarrollado planes integrales para el aprovechamiento de la biomasa, a nivel municipal y comarcal (.IDAE, 2007).

A nivel nacional, hay que decir que se encuentran diferentes estudios de interés (Planes de aprovechamiento biomásico), en distintas comunidades autónomas como Castilla-León, Aragón, Cataluña, Andalucía. Y es en estos estudios a nivel nacional, en los que nos vamos a referenciar la hora de desarrollar el presente trabajo.

En primer lugar se van a exponer los trabajos realizados en la comunidad de Castilla y León que es probablemente la comunidad a nivel nacional con más desarrollo en la investigación y realización en proyectos de producción energética con biomasa.

- PLAN DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LAS COMARCAS DEL BIERZO Y LACIANA (LEON). Autores: *Esteban et a . CIEMAT-CEDER.*

El objetivo de este trabajo es la definición de un plan para la movilización y valorización de recursos biomásicos para consumo energético en las comarcas de El Bierzo y Laciana, en la provincia de León.

El plan que se prevee comprende la definición de acciones a corto plazo para la movilización energética de la biomasa, pero además la definición de actividades de demostración y desarrollo a fin de mejorar la viabilidad e incrementar en un futuro la utilización sostenible de los recursos de biomasa que se generen en las citadas comarcas.

Objetivos del estudio:

- 1- Cuantificación de la biomasa agrícola, forestal y de cultivos energéticos que se pueden explotar de forma sostenible en las dos comarcas objeto de estudio.
- 1- Definición de alternativas y proyectos para la utilización energética de la biomasa en las comarcas consideradas, incluida la localización idónea de las plantas de conversión que se consideren.
- 2- Definición de los sistemas de recogida y logísticos más adecuados para abastecer la biomasa a los puntos de consumo identificados.
- 3- Análisis económico de los sistemas: Coste de la biomasa puesta en los lugares de consumo y estudio de la viabilidad económico financiera de las alternativas y proyectos planteados.

- 4- Definición de acciones de demostración y desarrollo relativas al uso energético de la biomasa en el área de estudio.

Resultados del estudio:

- 1- Se fomenta la producción de energía a partir de la biomasa que es un recurso autóctono, renovable y neutro respecto a las emisiones de efecto invernadero.
- 2- Mediante la puesta en valor de la biomasa forestal se prevé una reducción importante de los incendios forestales, cuya incidencia es muy alta en las comarcas estudiadas.
- 3- Mediante la realización de las labores silvícolas adecuadas se puede prever una mejora del estado actual de la masa forestal e incluso un incremento de la superficie arbolada en sustitución del matorral que surge como consecuencia de los incendios.
- 4- Creación de un número importante de puestos de trabajo y se incrementa la actividad industrial y económica de las zonas de estudio.
- 5- Mediante el programa de demostración y desarrollo previstos asociados a las actividades comerciales a llevar a cabo dentro del proyecto se mejorará la competitividad de la biomasa y se incrementará la utilización futura de los recursos de biomasa producidos en las comarcas consideradas.

- SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA EN CASTILLA Y LEÓN. LAS EXPERIENCIAS EN CURSO. *Tolosana et al.* Departamento de economía y gestión de la Universidad Politécnica de Madrid.

Se han realizado siete experiencias de aprovechamientos de biomasa en montes de Castilla y León y Andalucía financiadas por la Fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León (CESEFOR): tres en cortas selectivas de *Quercus pyrenaica* Willd. y *Pinus sylvestris* L. con saca de árbol completo con astillado o triturado fijo; dos en cortas a hecho de chopo y otra en pino silvestre con saca de restos y astillado o triturado fijo en cargadero y dos en cortas a hecho de *Pinus pinaster* Ait y chopo con preparación de biomasa para su astillado móvil. Los costes obtenidos oscilan entre 27,4 €/tverde en una corta a hecho de pinaster a 54 €/tverde en una corta selectiva de rebollo y es necesario continuar con este tipo de estudios para optimizar y orientar a los empresarios y consumidores.

En este trabajo se presentan los resultados, obtenidos del estudio realizado por un equipo de la Universidad Politécnica de Madrid y financiados por CESEFOR, de aprovechamiento de biomasa en diferente tipos de corta y con diferentes sistemas de extracción de la biomasa para optimizar los sistemas de trabajo, evaluar la productividad y determinar los costes, produciendo una serie de manuales para orientar sobre las prácticas más adecuadas en el aprovechamiento de biomasa forestal.

Objetivos del trabajo:

- 1- En primer lugar, se han caracterizado los lugares de tratamiento, que por superficie y producción de residuos puedan ser interesantes desde el punto de vista de sus aprovechamientos como biomasa, y se han definido los sistemas de aprovechamiento considerados a priori como más viables. Estos sistemas de aprovechamiento integral o integrado de la biomasa se describen a continuación:

SISTEMA DE TRABAJO 1 (para clareos o entresacas de masas no comerciales): el esquema de trabajo es un apeo con cosechadora multiárbol de árboles de pequeño tamaño, desembosque con autocargador de árboles completos o “partes de árbol” y apilado para presecado en cargadero y posteriormente astillado o triturado fijo en cargadero.

SISTEMA DE TRABAJO 2 (para cortas a hecho u otras finales) en que el esquema de trabajo es la separación del residuo durante la corta, desembosque en autocargador (a veces con compresor o con remolques de gran capacidad), presecado de restos en cargadero o borde de pista y astillado fijo en cargadero.

SISTEMA DE TRABAJO 3 (en cortas a hecho u otras finales) el esquema de trabajo consiste en separar el residuo durante la corta, presecado del residuo en monte y astillado móvil y saca de astillas en la propia astilladora o utilización de vehículos auxiliares con remolque descargando a contenedores de camión de transporte.

2-Se ha realizado un inventario antes y después de la corta (en cortas parciales) en parcelas de 20x20 m² en el que se hace un conteo diamétrico de todos los pies de la masa.

3- Se han replanteado subparcelas circulares, en el interior de las parcelas, de radio variable (en función de la densidad de masa) donde se mide el diámetro, altura y otras variables dendrométricas de una serie de pies muestra (*Tolosana, 1999*).

4-Se apean 3 árboles por clase diamétrica para evaluar las diferentes fracciones de biomasa, de acuerdo con la metodología establecida en los estudios de INIA (*Montero et al, 2005*), a saber: fuste, ramas de más de 7 cm de diámetro, ramas entre 2 y 7 cm y ramas de menos de 2 cm. Se pesan in situ con una romana y posteriormente se secarán en estufa a 105°C hasta alcanzar peso constante, con lo que se determina el porcentaje de humedad.

Resultados del estudio:

1- Cuantificación de biomasa residual forestal. Con esos datos se han ajustado tarifas de peso de biomasa en función de variables sencillas de medir (las tarifas de una entrada en función del diámetro normal y para las de varias entradas en función del diámetro normal, la altura total, la altura de la primera rama viva, el diámetro de copa, etc.).

2- Selección de sistemas de aprovechamiento y logísticos más adecuados. En el control de tiempos se ha empleado cronometraje discontinuo (*Tolosana, 1999; Tolosana et al, 2004*) y continuo (*Ambrosio 2003; Tolosana et al, 2004*) a la vez que se registraba el volumen de residuos manipulado.

3- Finalmente se determina la calidad de la astilla y su poder calorífico.

- ESTUDIO SOBRE EL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA EN LA PROVINCIA DE AVILA. Diputación de Ávila.

El estudio comprende toda la provincia de Ávila, con excepción de los términos municipales pertenecientes a la Mancomunidad de Casagrande (*Las Navas del Marques, Navalperal de Pinares, San Bartolomé de Pinares, El Herradón, Santa Cruz de Pinares, El Hoyo de Pinares, Peguerinos, Cebreros, El Tiemblo*).Entotal 239 municipios de la provincia de Ávila (735.693 hectáreas).

Objetivos del estudio:

BIOMASA FORESTAL:

- 1- Identificar, cuantificar, caracterizar y valorizar en detalle la biomasa potencial disponible de origen forestal (residuos generados en las cortas y actuaciones selvícolas de los montes).
- 2- Hacer una estimación de la biomasa procedente de los residuos de cosecha en los cultivos agrícolas y la originada en el proceso de transformación de la madera en las industria forestales (serrín, astillas, corteza, recortes, virutas, etc.).

Resultados del estudio:

1-La superficie arbolada cuyas características principales aseguran (según diferentes variables; densidad de masa, tipo de bosque, pendiente), en un principio, la viabilidad técnica del aprovechamiento de los residuos forestales para su uso energético (superficie arbolada potencialmente apta) es de 106.801 hectáreas.

2- En esta superficie (106.801 ha) se ha analizado la cantidad total de biomasa aprovechable, siendo el resultado de 29.913 Tm/año (referido a peso seco en estufa).

3-La superficie dominada por comunidades arbustivas cuyas características aseguran en un principio y según una serie de factores considerados (pendiente, sostenibilidad, tipo de matorral) la viabilidad de explotación del recurso arbustivo como fuente de biomasa para su utilización energética (superficie potencialmente apta) es de 84.931 hectáreas.

4- En esta superficie (84.931 ha) se ha analizado la cantidad total de biomasa aprovechable, siendo el resultado de 29.987 Tm/año (referido a peso seco, Humedad = 0%).

5- Se ha realizado un análisis de vecindad (basado en funciones focales mediante Sistemas de Información geográfica). Estos análisis permiten localizar las zonas del área de estudio con la mayor concentración de biomasa aprovechable de origen forestal entorno a un radio de acción determinado. Este análisis determina que la zona del área de estudio que concentra la mayor cantidad de biomasa aprovechable en un radio de acción de 35 km.

Biomasa Agrícola:

1- La producción potencial total de biomasa para el conjunto de los tipos de cultivo evaluados en el área de estudio es de 198.113 Tm/año.

2- El análisis de vecindad ha permitido localizar las zonas con la mayor concentración de biomasa potencial de este tipo de recurso en un determinado radio de acción. Este análisis determina que la zona del área de estudio que concentra la mayor cantidad de biomasa potencial en un radio de acción de 35 km se localiza en torno a las siguientes localidades: Albornos, Collado de Contreras, Muñomer del Peco, San Juan Bautista, Cabizuela, Crespos, Narros del Saldueña, ~~Viñegra~~ de Moraña, Chaherrero, Muñogrande y Papatrigo en torno a las cuales se podría obtener una cantidad potencial de residuos de 175.000 – 185.000 Tm/año (h=12%).

Seguidamente se procederá a analizar el principal estudios de estas características realizado en la **Comunidad de Aragón:**

- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE BIOMASA RESIDUAL EN LOS ECOSISTEMAS FORESTALES Y LOS MEDIOS AGRÍCOLAS EN LA PROVINCIA DE HUESCA . *BECA DE INVESTIGACIÓN FÉLIX DE AZARA. INFORME FINAL: MAYO 2006. Centro de investigación y recursos energéticos.*

Objetivos del estudio:

El objetivo principal de esta beca de investigación en materia de medio ambiente ha sido la aplicación de la metodología desarrollada en el proyecto LIGNOSTRUM (“Metodologías para evaluar el potencial de biomasa residual agrícola y forestal y sus posibles aplicaciones energéticas. Validación en la provincia de Teruel”, referencia AGL2002-03917) a la provincia de Huesca.

Resultados del estudio:

1- El resultado principal obtenido en el proyecto LIGNOSTRUM es el desarrollo de una metodología fiable, veraz y fácilmente extrapolable que permite cuantificar los residuos forestales y agrícolas (biomasa residual seca), con el propósito final de promover su valorización energética.

2- La evaluación de biomasa residual potencial y disponible en la provincia de Huesca se ha realizado en dos campos: agrícola y forestal. A su vez, la biomasa agrícola se ha dividido en dos grupos: biomasa de cultivos herbáceos y biomasa de poda de cultivos leñosos.

El estudio de evaluación de cada una de las biomásas que han sido objeto de estudio se ha dividido en tres partes de cara a su explicación:

1. Estimación de la biomasa potencial.
2. Estimación de la biomasa disponible.
3. Revisión y generación de resultados: planos y tablas resumen

Con respecto al segundo punto, estimación de la biomasa disponible, es importante aclarar desde el principio una serie de cuestiones:

3- En el caso de la biomasa agrícola la biomasa disponible se estima descontando de la biomasa potencial aquella que ya está siendo utilizada con otros fines (agrícolas, ganaderos, industriales, etc.).

4- Por último, es necesario comentar, tanto en el caso de la biomasa agrícola como forestal, la dificultad de encontrar datos fiables a estos respectos (utilizaciones actuales, políticas forestales, etc), lo que hace que los valores de biomasa disponible presentados deban ser tomados como una aproximación.

- En **Andalucía** destaca el trabajo realizado en la localidad de Cartaya (Huelva). ESTUDIO DEL POTENCIAL DE BIOMASA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAYA (HUELVA). *Alaejos et al. Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Politécnica de la Rábida. Palos de la Frontera. Huelva. España.*

En el presente estudio se analiza la cantidad de biomasa que se podría generar en el término municipal de Cartaya (Huelva) con vistas a la generación de energía eléctrica. El término de Cartaya cuenta con una extensión de 22.538 ha, constituidas en su mayoría por terrenos forestales de pinar y matorral y superficies agrícolas de fresa y naranjo. Mediante la realización de muestreos en cada uno de estos estratos, y con la ayuda de un sistema de información geográfica, se establece la cantidad de biomasa

procedente de los aprovechamientos agrícolas y forestales que serían utilizables para la generación de energía eléctrica a partir de biomasa, calculándose que dentro del término se pueden producir 24.530 t de materia seca por ha y año. Se analizan asimismo las diferentes posibilidades de instalación de una planta generadora capaz de producir electricidad para unos 6.000 habitantes del municipio.

Objetivos del estudio:

- 1- Estudio del potencial de Biomasa en el municipio, en el contexto de su uso como energía renovable y como fuente de generación de empleo.
- 2 - Definición de la logística de la recogida, transporte y almacenamiento de la biomasa.
- 3 - Estudio de viabilidad técnica y económica en relación con la explotación de dicha fuente energética

Resultados del trabajo:

- 1 - Descripción del T.M. de Cartaya.
- 2- Inventario de existencias de biomasa. Para el desarrollo del presente apartado se utilizan programas de SIG, Inventario Forestal Nacional, Mapa digital de Andalucía, Ortofotos.
- 3- Estimación de las existencias de biomasa en TM. de Cartaya, apoyándose también en los medios citados en el apartado anterior.
- 4- Análisis de la logística, de recogida, transporte y almacenamiento de la biomasa.
- 3- Resultados y discusión.

En **Cataluña** destaca el trabajo realizado en la comarca del Vallés Oriental.

PLAN ESTRATÉGICO DE BIOMASA FORESTAL DE LA ADF MONTSENY PONENT. La principal conclusión del presente trabajo es que la extracción de la biomasa será viable y rentable tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista ambiental.

Objetivos del estudio:

- 1-Elaboración de un plan para la explotación y puesta en valor de la Biomasa Residual Forestal en la comarca Montseny-Ponent.
- 2- Extracción y comercialización de la biomasa de forma mancomunada por parte de los diferentes municipios.

Resultados del estudio:

- 1- La previsión es que el proyecto de extracción de biomasa comience de forma gradual y experimental con la instalación de una caldera de biomasa en un equipamiento público ubicado en la población de El Brull.
- 2- La extracción y generación de biomasa en un principio sólo se destinará a la producción de energía para calentar equipamientos municipales y domicilios particulares a través de la instalación de calderas de biomasa subvencionadas por el ICAEN (Institut Català de Energies Renovables).
- 3- Las extracciones de biomasa se centralizarán a través de los 4 ayuntamientos adheridos al proyecto, que serán los encargados de escoger los equipos humanos que seleccionarán las zonas donde actuar. Se actuará de forma mancomunada.

2- Objetivos.

2.1- Objetivo General.

El objetivo general del presente estudio es la elaboración de un plan integral de aprovechamiento de la biomasa existente en el TM de Enguera, teniendo como fuentes principales de biomasa la Biomasa Residual Forestal, la Biomasa Residual Agrícola y la Biomasa Residual Industrial, que son las principales fuentes de producción de biomasa del Municipio.

2.2- Objetivos Específicos.

Como objetivos específicos perseguidos en la elaboración del presente estudio se destacan los siguientes:

- 1- Cuantificar la Biomasa agrícola, forestal e industrial que se puede generar en el TM de Enguera.
- 2- Conocer las estructuras agroforestales del TM de Enguera.
- 3- Estimación de los volúmenes sostenibles de Biomasa en especies de interés.
- 4- Definición de los sistemas de aprovechamiento y logística más adecuados para el suministro de la biomasa a los supuestos puntos de consumo.
- 5- Análisis y valoración de los diferentes sistemas de recolección y logística de la biomasa y elección de los más adecuados a la zona de estudio.
- 6- Obtención de un plan definitivo para la gestión de la Biomasa en el TM de Enguera.

3- Material y Métodos.

3.1- Material.

3.1.1- Descripción del medio físico.

3.1.1.1- Situación.

Enguera es un municipio situado en el sector Oeste de la comarca de La Canal de Navarrés, entre el macizo del Caroig y el Valle de Montesa. Su emplazamiento destaca en la mitad Sur de la zona forestal del interior de la provincia de Valencia, en el territorio de las montañas del Caroig, centro geográfico de la Comunidad valenciana.

A continuación podemos observar su localización relativa:



Fig. nº 3: Situación relativa

Fte: Ayto de Enguera.

Con 24.177 ha, conforma el 3^{er} término en cuanto a superficie total de la Provincia de Valencia y el 5^o en superficie forestal de toda la Comunidad Valenciana, de ahí su importancia.

3.1.1.2- Vegetación.

a) Vegetación actual:

Antes de comenzar a describir las características de la cubierta vegetal del área de estudio, se ha de diferenciar claramente entre la superficie plenamente forestal y la superficie destinada a cultivos. De las aproximadamente 24.177 ha totales, unas 18.170 conforman la superficie forestal, mientras que el resto, 6.007 ha, se destinan prácticamente en su totalidad a los cultivos que se extienden en las inmediaciones de la capital municipal, y enclavados en la superficie forestal.

La vegetación que actualmente conforma la cobertura vegetal, se puede agrupar para su estudio en diferentes clases de vegetación, en función de la mayor o menor influencia de los incendios forestales, entre otros factores, que condicionan su distribución actual.

Aunque en la zona de estudio podemos encontrar prácticamente todas las etapas de regresión climática de la serie de la encina sobre sustrato calizo (vegetación potencial), para caracterizar la vegetación se utilizan 3 grandes grupos o “clases de vegetación”:

* **Clase 1:** Se trata de la vegetación que presenta un mayor grado de evolución. Abarca masas de pinar adulto en edad de fustal medio, con diámetros normales que superan los 35 cm, principalmente de Pino Carrasco (*Pinus halepensis*), y Pino Rodeno (*Pinus pinaster*), al 75 y 25% respectivamente. El Pino Rodeno acentúa su presencia en aquellas zonas donde se presentan suelos con un mayor grado de descarbonatación, especialmente en la zona donde se presentan las mayores cotas (extremo NW). Salpicando las masas de pinar con FCC que oscila entre el 100 y el 25%.

A continuación se presenta una tabla con el estrato arbustivo de la clase 1.

N. comun	N. científico
Enebro de la miera	<i>Juniperus oxycedrus</i>
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Aliaga	<i>Ulex parviflorus</i>
Brezo	<i>Erica multiflora</i>
Aladierno	<i>Rhamnus alaternus</i>
Espino negro	<i>Rhamnus lycioides</i>
Sabina	<i>Juniperus phoenicea</i>
Acebuché	<i>Olea europaea</i>

Tabla nº 2. Estrato arbustivo clase 1

* **Clase 2:** Abarca la mayor parte de la superficie considerada como forestal, y se corresponde con pinar de regenerado natural, o procedente de repoblación, tras el

incendio de 1974 y 1976 (inmediaciones de Benali), incendio de 1979 (más de 8.000 ha del término de Enguera, en la zona centro y mitad W), e incendios de 1984, 1985, 1991 y 1993 y que afectan todos ellos, básicamente a la zona centro. El 50 % de la superficie forestal de esta clase lo forman brinzales de *Pinus halepensis* y en menor medida *Pinus pinaster*, en edad de repoblado y monte bravo. Es estrato arbustivo de la presente clase se expone en la siguiente tabla.

N. comun	N. científico
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i>
Enebro de la miera	<i>Juniperus oxycedrus</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Aliaga	<i>Ulex parviflorus</i>
Espino negro	<i>Rhamnus lycioides</i>
Estepa	<i>Cistus albidus</i>
Esparto	<i>Stipa tenacissima</i>

Tabla nº3. Estrato arbustivo clase 2

* **Clase 3:** Abarca vegetación herbácea y matorral de rebrote que cubre las superficies que fueron afectadas por el incendio de Julio-1979, y con posterioridad por incendios como el de Agosto y Septiembre-1993 (Partida de El Tejarico); o zonas afectadas por incendios de forma periódica como el área central, arrasada entre otros por los incendios de Julio-1979, Agosto-1984, Agosto-1985, Septiembre-1991, o Agosto-1999. El estrato arbustivo se expone a continuación.

N. comun	N. científico
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i>
Enebro de la miera	<i>Juniperus oxycedrus</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Aliaga	<i>Ulex parviflorus</i>
Estepa	<i>Cistus albidus</i>

Tabla nº4. Estrato arbustivo clase 4

b) Dinámica de la vegetación y vegetación potencial:

A continuación se presenta la tabla de regresión climática de la serie de la encina sobre sustrato calizo (22b), de Luis Ceballos.

Según Rivas Martínez (*Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*, 1987), la serie climática correspondiente al área de actuación es la 22b:

* Serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum*). Faciación típica.

Esta serie, es a la que corresponde la totalidad del Término de Enguera:

<p>I Óptimo Bosque denso</p>	<p>ENCINA <i>(Quercus ilex)</i> Sobre terreno calizo.</p>
<p>II Bosque aclarado con abundante intervención de arbustos. Sotobosque con numerosas plantas leguminosas.</p>	<p><i>Ceratonia siliqua.</i> <i>Celtis australis.</i> <i>Juniperus phoeniceae.</i> <i>Coronilla glauca.</i> <i>Spartium junc.</i> <i>Anthllis cytis.</i> <i>Smilax aspera.</i> <i>Jasminum fruticosum.</i></p>
<p>III Invasión del matorral heliófilo. Etapa de los pinares. Invasión de matorral colonizador a base de Ericáceas o de Cistáceas.</p>	<p>LENTISCARES <i>(Pistacia lentiscus)</i> ROMERALES <i>(Rosmarinus officinalis)</i> COSCOJARES <i>(Quercus coccifera)</i> <i>Pinus halepensis.</i> <i>Pinus laricio.</i> JARALES <i>Cistus albidus.</i> <i>Cistus libanotis.</i></p>
<p>IV Matorral en estado avanzado de degradación. Frecuencia de plantas espinosas. Predominio de las labiadas.</p>	<p><i>Phlomis lychnites purpurea.</i> <i>Teucrium capitatum.</i> <i>Lavandula vera.</i> <i>Rhamnus lycioides.</i> <i>Ruta bracteosa.</i></p>
<p>V Asociación de herbáceas del último estado de degradación.</p>	<p><i>Euphorbia-Plantago.</i> <i>Brachipodium ramosum.</i></p>

Pseudo-estepas de gramíneas.	<i>Stipa tenacissima.</i>
IV- Desierto	

Tabla nº 5: Regresión climacia . Serie 22b mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la encina. Fte: Series de Vegetación. Rivas –Martínez.

3.1.1.3 Topografía.

a) RELIEVE:

Las líneas generales del relieve interior, vienen perfectamente definidas por la Sierra de Enguera que ocupa la parte Central y Occidental del término, y la Sierra de la Plana marca por el Sur la divisoria con el valle de Montesa.

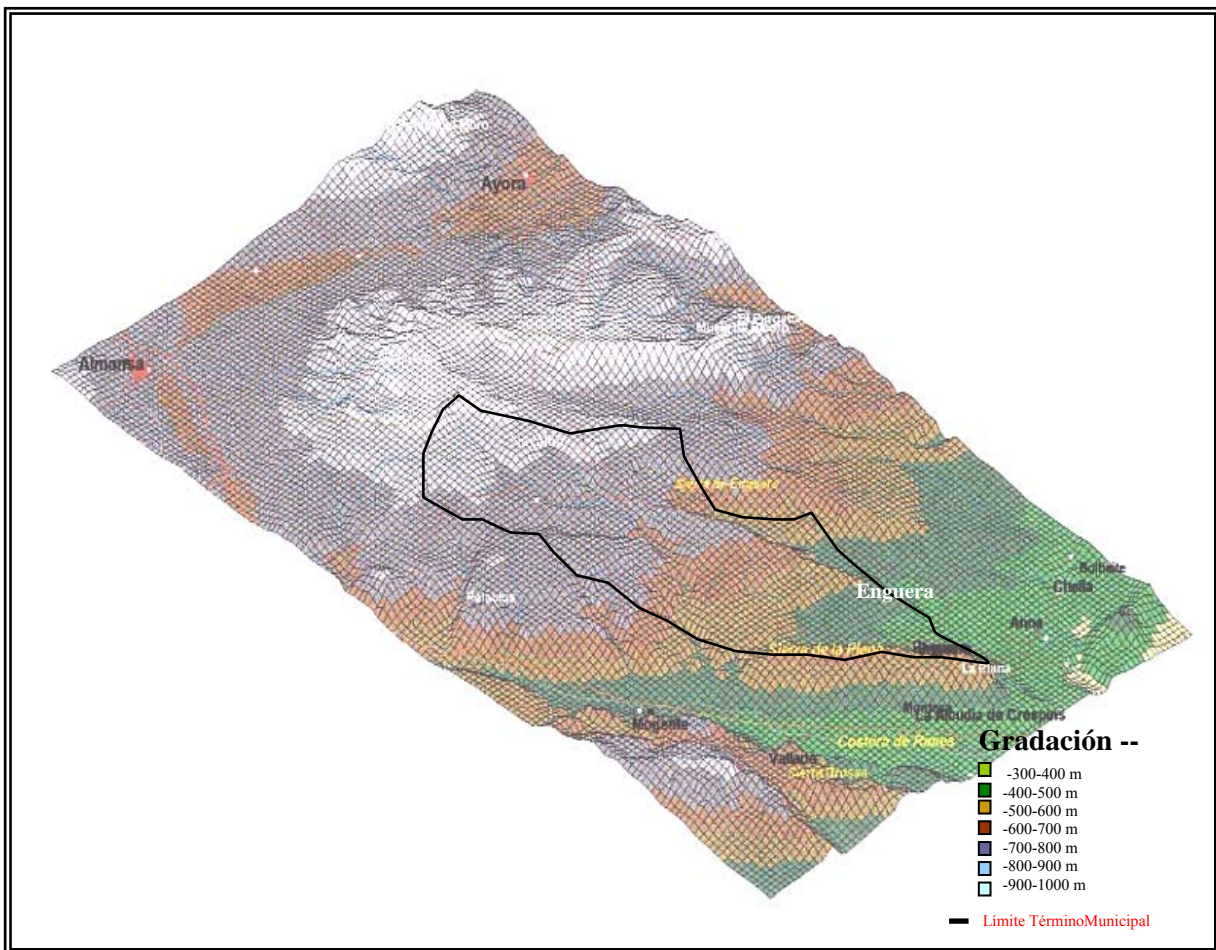


Fig. nº 4: Relieve general de Enguera.

Fuente: Carta digital de España.

La principal alineación montañosa que marca el relieve del área de estudio, es la sierra de Enguera, como se indica anteriormente, y que se extiende dentro del término municipal de Enguera en dirección SW-NE, desde las estribaciones de macizo del Caroig, hasta el límite del término con Anna.

Una somera idea del relieve de la zona se adquiere observando las fotos nº 1, 2 y 3, del anejo fotográfico

La vertiente N es abrupta y con marcado desnivel. Por el lado Sur, donde se encuentra la capital municipal, la vertiente es suave.

Las alturas más importantes son de W a E: Arenales (vértice geodésico de tercer orden ,1019 m), Altos de Salomón (1026 m), Alto de las Muelas (961 m), Matamoros (876 m) y Tintorero (762 m), ambos vértices geodésicos de tercer orden, y la Peña del Águila (658 m).

La sierra de la Plana actúa, en el extremo SE, como divisoria con el Valle de Montesa, formando una alineación montañosa longitudinal con cotas que apenas superan los 600 m: Tres Mojones (631m) y La Plana (620 m).

El desnivel altitudinal se sitúa cercano a los 800 metros, desde los 240 m de altitud mínima, a los 1026 m de la máxima cota.

Como se puede observar en la figura nº 4, el término de Enguera se caracteriza por la presencia de una zona de altitud media superior a los 800 m, con las cotas más importantes, situada en el extremo más occidental, y una superficie de transición, con presencia de un relieve más abrupto, con profundos barrancos como el de la Hoz, Benigüengo o del Majo, que desaguan hacia el sector de la Vall, donde se encuentra el núcleo municipal.

La mitad Norte se desarrolla sobre una altitud media de 700 m, en los parajes de Benali o el Llano entre otros.

B) PENDIENTES:

Con una pendiente máxima que no suele superar el 45% en los lugares más abruptos, domina en su conjunto, al menos en las dos terceras partes más occidentales, los relieves alomados muy rugosos, con una pendiente que oscila entre el 20-40%.

Cabe destacar como excepción, las zonas de valle con menor pendiente, delimitadas por laderas de importantes declives, que coinciden con los rellenos coluviales dedicados a la actividad agrícola.

A continuación se establece una tabla resumen con los intervalos de pendiente y su importancia relativa en la zona.

Intervalo Pendiente	Superficie (ha)	%
<5%	3.690	11,13
6-25%	15.794	65,32
26-35%	5.131	21,22
36-55%	456	1,89
>55%	106	0,44

Tabla nº 6: Pendientes

Fte: Elaboración propia

La tabla presenta, en general, un claro dominio de las pendientes comprendidas entre el 6-35%, sobretodo en la mitad occidental y zona centro.

C) EXPOSICIONES:

Las exposiciones consideradas en este plan son dos, definidas como solana y umbría, incluyendo la exposición a todos los vientos dentro de la condición de solana.

En la zona de estudio, la presencia de las principales alineaciones montañosas con orientación SW-NE, permite la abundancia de exposiciones N, S, NW y SE.

A continuación podemos observar la distribución en cifras de estas exposiciones sobre el territorio.

Intervalo Pendiente	Superficie (ha)	%
Solana	16.991	70,27
Umbría	7.186	29,73

Tabla nº 7: Exposiciones

Fte: Elaboración propia.

Se considera a tales efectos, como umbría, las exposiciones NW, N, NE, E, SE y como exposiciones de solana, las superficies orientadas al S, SW, W y divisoria o todos vientos (*Fuente: ICONA.1990*).

Como se observa en los datos, existe una proporción importante de superficie sometida a una exposición de solana, debido básicamente a la orientación de las formaciones montañosas y al relieve marcado por un descenso altitudinal de NW a SW que facilita este tipo de exposiciones, esto marcará en gran medida el tipo de vegetación.

3.1.1.4 Climatología.

A) INTRODUCCIÓN:

El clima general que se da en la superficie de estudio es un clima Mediterráneo, que presenta las características generales que le identifican: escasez de precipitaciones estivales y máximo de precipitaciones otoño-primaverales y aparición esporádica de lluvias torrenciales..

Dentro del clima Mediterráneo, podríamos caracterizar el clima de la mayor parte de la zona, como Mediterráneo de interior.

Las temperaturas se caracterizan por dar lugar a veranos calurosos y temporadas invernales bastante rigurosas, especialmente en las zonas de montaña.

Otra característica a destacar, es el efecto de continentalidad, por estar situada el área de estudio relativamente alejada de la costa.

B) PARÁMETROS CLIMÁTICOS :

Las estaciones u observatorios termopluviométricos que se encuentran en el interior del área de estudio, son las de “Las Arenas”, “La Matea” y “Enguera CHJ”, cuyos parámetros de localización y tipología se reflejan en la tabla siguiente:

Código	Estación	Altitud (m)	Tipo	Latitud	Longitud	Periodo
8-290	“Las Arenas”	826	Termopluv.	38°55'N	0°54'W	1967-1998
8-271	“La Matea”	865	Termopluv.	38°57'N	0°55'W	1961-1990
8-276 ¹	“Enguera CHJ”	318	Pluviom.	38°59'N	0°41'W	1961-1990

Tabla nº 8: Observatorios termopluviométricos.

Fte: Atlas climático de la Comunidad Valenciana. Elaboración propia.

Termopluv.=termopluviométrico. -Pluviom.=pluviométrico.

A pesar de que los tres observatorios se encuentran en el interior del área de estudio, se toma como referencia el observatorio de “Las Arenas” y “La Matea” en la mitad Oeste, donde se encuentra junto con la parte central, la mayor parte de la superficie forestal.

De los observatorios indicados como referencia, el de “Las Arenas”, además de disponer de un registro de datos más completo, con posibilidad de estudio del régimen de vientos, se encuentra a una altitud menos extrema, utilizándose por tanto como referencia a nivel climático.

B.1) PRECIPITACIONES.

A continuación se presentan los datos referentes a temperaturas, precipitaciones y otros parámetros climáticos relativos a estos observatorios en los últimos 10 años.

Tabla nº 9. Precipitación media anual y mensual.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL Y MENSUAL													
ESTACIÓN	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D	Total
“Las Arenas”	53,4	36,4	42	45,1	45,8	32,3	10,1	12,6	32,8	62,2	58,6	47,9	479,2

Fte: Atlas climático Comunidad Valenciana.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla nº 10. Número medio anual y mensual de días de precipitación.

NÚMERO MEDIO ANUAL Y MENSUAL DE DÍAS DE PRECIPITACIÓN													
ESTACIÓN	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D	Total
“Las Arenas”	4,2	2,9	2,9	3,8	3,6	3,1	1	1,8	3,1	3,9	3,9	3,7	37,8

Fte: Atlas climático Comunidad Valenciana.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla nº 11. Precipitación media y días de precipitación estacional.

PRECIPITACIÓN MEDIA Y DÍAS DE PRECIPITACIÓN ESTACIONAL								
ESTACIÓN	PP.(mm) Primav.	PP.(mm) Verano	PP.(mm) Otoño	PP.(mm) Invierno	DPP. Primav.	DPP. Verano	DPP. Otoño	DPP. Invierno
“Las Arenas”	132,9	55	153,6	137,7	10,3	5,9	10,9	10,8

Fte: Atlas climático Comunidad Valenciana. Elaboración propia.

PP.....Precipitación media en mm.

DPP.....Número medio de días de precipitación.

Como se puede observar en las tablas anteriores, se produce un máximo de precipitaciones otoñales (Octubre- 13% de la Pp²), destacando la escasa precipitación que se da en el mes de Julio (2% de la Pp²), que también es el mes que menor número de días con lluvia presenta.

B.2) PRECIPITACIONES.

Al igual que para los registros pluviométricos, a continuación se presentan los datos térmicos para ambas estaciones:

DATOS TÉRMICOS DEL OBSERVATORIO "LAS ARENAS"													
Datos	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D	Anual
T	7,62	7,56	9,66	11,4	14,6	17,5	21,3	21,1	18,1	13,2	9,85	8,26	13,35
t _M	10,3	10,3	11,9	13,6	16,7	20,6	23,7	23,3	20,3	15,2	11,8	11	15,73
t _m	4,51	4,40	6,4	7,77	10,9	13,7	16,9	16,9	14,3	10,3	7,11	5,27	9,88
T _M	26	23	26	29	32	40	43	39	35	28	26	21	
T _m	-9	-7	-6	-2	3	1	7	9	1	1	-3	-4	

Tabla nº12. Datos térmicos del observatorio de "Las Arenas".

Fte: Atlas Climático Comunidad Valenciana. Elaboración propia.

T.....Temperatura media mensual y anual.
 t_M..... Temperaturas máximas medias.
 t_m..... Temperaturas mínimas medias.
 T_M..... Temperaturas máximas absolutas.
 T_m..... Temperaturas mínimas absolutas.

La temperatura media anual oscila alrededor de los 14°C, sin embargo, del estudio de los datos térmicos expuestos se deduce la existencia de dos períodos térmicos diferentes:

-Período fresco: Se da fundamentalmente en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, con *temperaturas medias que no alcanzan los 9°C*.

-Período caluroso: Se da en los meses estivales de Julio y Agosto, con *temperaturas medias superiores a los 20°C*.

B.3) CLIMODIAGRAMAS.

A continuación y para representar gráficamente los registros termopluviométricos, y hallar el período seco, se presentan los climodiagramas de los observatorios termopluviométricos de “Las Arenas” y “La Matea”.

Del análisis de los climodiagramas adjuntos se observa que el período de sequía estival es muy grande (aprox. 3 meses, Junio, Julio y Agosto), determinando así un amplio espectro de riesgo estacional.

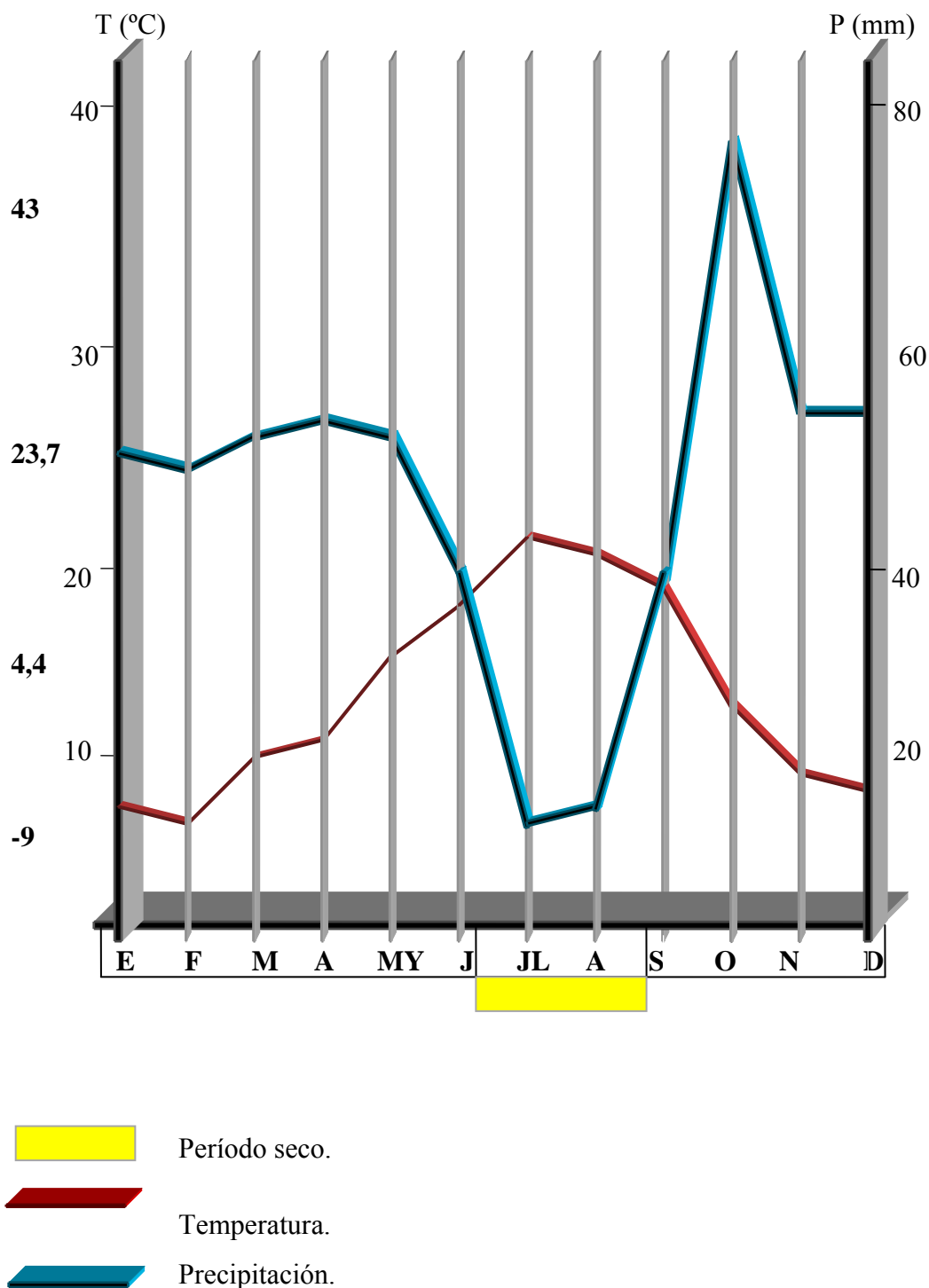


Figura nº 5. Climodiagrama estación de “Las Arenas”.

3.1.1.5 Geología y Litología.

Desde el punto de vista geológico, el término de Enguera y en general la comarca de la Canal de Navarrés, a la que pertenece, se encuentran formando parte de la gran plataforma carbonatada del Macizo del Caroche. Esta extensa plataforma se ubica en el extremo Sur-Occidental de la provincia de Valencia, junto al macizo de la Muela de Cortes de Pallás.

Estos macizos cársticos que forman el Caroche y la Sierra de Enguera, junto con la Muela de Cortes, se encuentran rodeados de dos pequeñas fosas tectónicas, como la fosa de Ayora y la Cofrentes-Dos Aguas. Este corredor de Rumbo Norte-Sur conecta por Ayora con el gran corredor de Villena hasta Novelda. Otro corredor es el formado por la propia Canal de Navarrés.

A continuación se detallan en la siguiente figura las principales unidades litoestratigráficas que se distinguen en la zona de estudio:

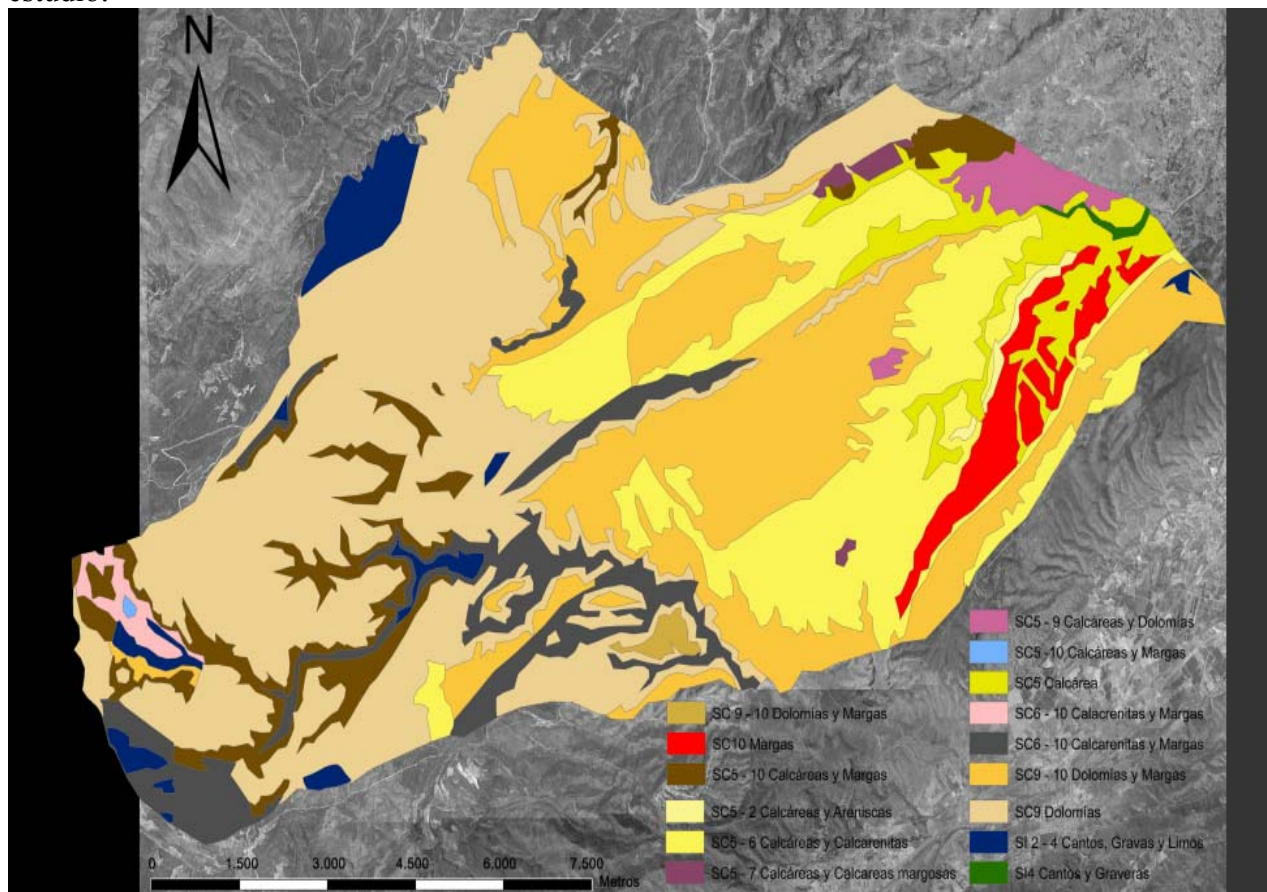


Figura nº 6. Litología en el TM de Enguera.

Fuente: Ayto. de Enguera.

3.1.1.6- Edafología.

Según el “*Mapa geocientífico de la provincia de Valencia*”, los suelos que predominan en el área de estudio (Clasificación F.A.O), son: Litosoles, Luvisoles crómicos, Rendzinas y Phaeozem háplico y calcáreo.

El suelo, principalmente de las superficies forestales posee un espesor efectivo menor de 60 cm, con una pedregosidad media comprendida entre el 40 y 80% y una textura que podría clasificarse como equilibrada. La estabilidad estructural está en torno al 15-30%, lo que supone, en conjunto, una estabilidad media o un % de agregados no demasiado excesivo.

Los tipos de roca o depósitos de materiales existentes, son principalmente dolomías y calizas con areniscas, arcillas y margas, que son materiales todos ellos con alta capacidad portante y que confieren al suelo una excavabilidad en conjunto ripable, es decir, ni fácilmente excavable ni demasiado volable.

La permeabilidad es bastante alta. La corrosividad se considera como baja en la mayoría de las zonas mientras que la estabilidad de los taludes es alta, debido a la permeabilidad del suelo.

Los suelos están formados en su mayoría por horizontes con linderos lisos y claramente diferenciados, de profundidad escasa y entre los que cabe destacar: un horizonte O formado por materia orgánica, un horizonte E, que no se da en toda la zona; un horizonte B y un horizonte C, completándose el perfil con una capa R o lecho rocoso consolidado.

3.1.1.7- Fauna.

A continuación se presenta una pequeña síntesis de la fauna presente en el área de estudio.

La existencia de diversidad de formaciones vegetales, cultivos,... etc, permite la presencia de una fauna que muestra una gran diversidad; de ahí, la importancia de la conservación de su hábitat.

Para la caracterización de las comunidades se ha recurrido a los vertebrados por tratarse del grupo que mayor relación posee con grandes unidades ambientales, ya que los invertebrados se hallan más relacionados con microambientes, además de la dificultad para caracterizar a un grupo tan amplio.

Para que quede una visión más gráfica sobre la presencia y distribución de las diferentes especies faunísticas de Enguera, se expone a continuación un plano del Término Municipal de Enguera con las distintas especies distribuidas a lo largo y ancho de todo el territorio municipal.

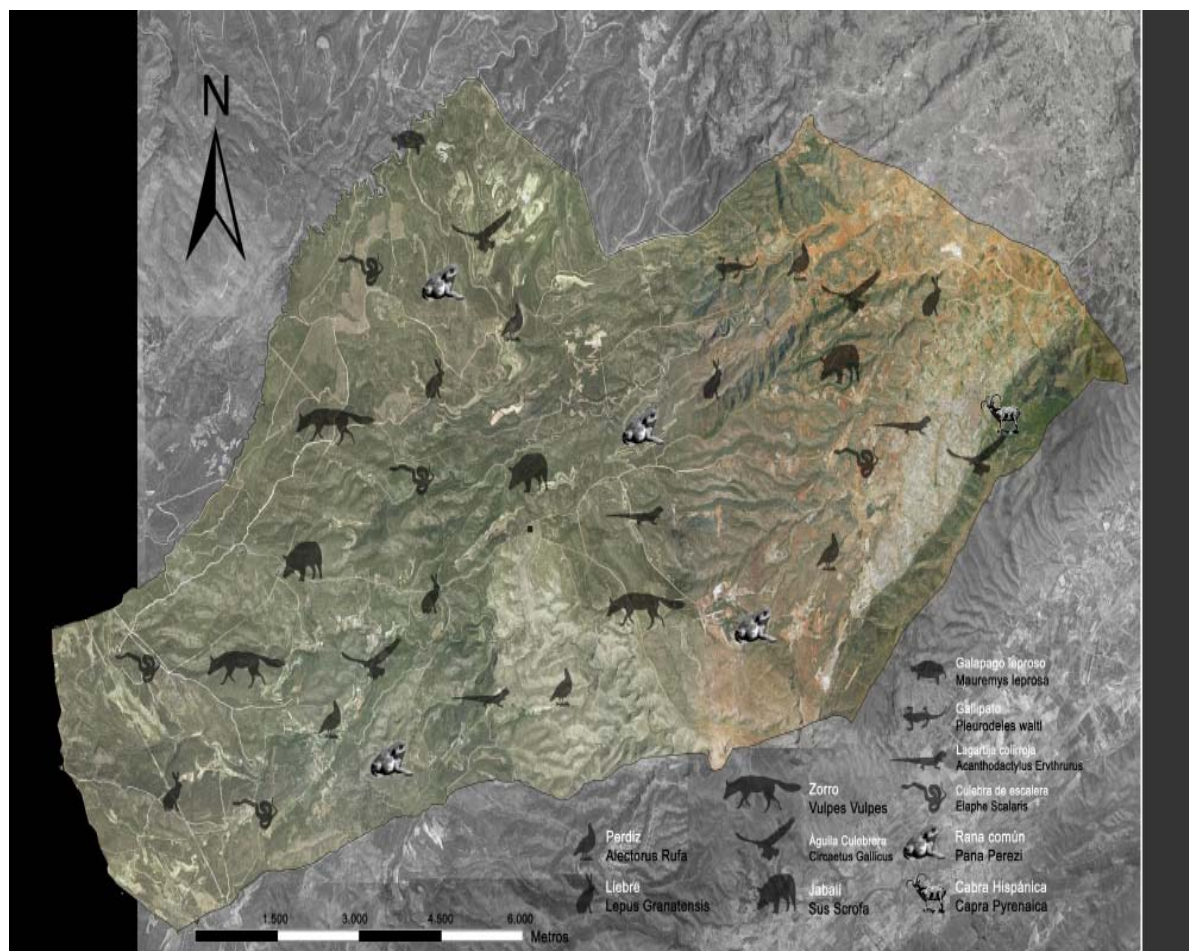


Figura nº7. Fauna en el TM. de Enguera.

Fuente: Ayto. de Enguera.

3.1.1.8 Hidrología.

El término de Enguera pertenece a la cuenca hidrográfica del río Júcar, con una extensión superficial de unos 2.250 km². La Sierra de Enguera junto con el sistema calcáreo de la Muela de Cortes, forman la unidad Hidrogeológica 08.27 *Caroch Sur*, con unos recursos hídricos básicamente subterráneos de 150 hm³, y una extensión de 826 km² (36,7% del total de la cuenca, de ahí su importancia como zona de recarga). El área de estudio con un total de 240 km² de superficie supone un 29% de la superficie de la Unidad *Caroch Sur*, y algo más del 10,5% del total de la Cuenca hidrográfica del Júcar.

Las unidades hidrogeológicas están separadas por grandes accidentes tectónicos, que en la mayoría de los casos forman límites impermeables que aíslan las diferentes unidades, como la que engloba a la zona de estudio, *Caroch Sur* y el *Caroch Norte*, separados por la Canal de Navarrés, una faja de materiales triásicos impermeables.

Característica destacable, es la ausencia de ríos con régimen permanente o perenne, y la abundancia de barrancos y barranqueras.

3.1.2- Descripción del Medio Forestal.

La masa forestal en el T.M. de Enguera, está formada en su estrato arbóreo por *Pinus halepensis* en su mayoría, presentando las clases de Edad de Monte Bravo y Latizal (La mayoría están en montes regenerados de forma natural después de incendios forestales), predominando los latizales sobre las otras clases de edad. Los Fustales pueden aparecer en pequeñas zonas del Término Municipal, pero no son la tónica dominante. Cabe resaltar que en la mayor parte de los casos se trata de masas irregulares, con diferencias acusadas en las clases de edad y por lo tanto en las clases diamétricas.

En cuanto a los latizales, cabe destacar que la mayoría provienen de repoblaciones forestales, y en algunos casos de regeneraciones naturales, dado que este municipio ha sido azotado en diversas ocasiones por incendios forestales. Prácticamente en su totalidad carecen de tratamientos silvícolas, permaneciendo la masa en espesura, sin haber sido realizadas claras, clareos, podas, desbroces... lo que la califica de altamente inflamable y con un contenido de biomasa elevado. El estrato arbóreo en esta situación presenta un estado de competitividad elevado entre sus pies o ejemplares, apareciendo numerosos pies dominados o hundidos.

También hay una pequeña porción del término municipal ocupada por *Pinus pinaster* en estado de latizales maduros y fustales jóvenes. En algunas de estas zonas la masa arbórea se presenta de forma mixta *Pinus pinaster-Pinus halepensis*, esto ocurre sobre todo en algunas zonas de los montes de Navalón.

La masa arbustiva, que ocupa la totalidad de la superficie del sotobosque (dada la carencia de tratamientos sobre la misma), formando una masa compacta por la que es difícil el movimiento sobre la misma, y favoreciendo tanto la continuidad horizontal como vertical del fuego si llegara el caso. Las especies arbustivas dominantes suelen ser *Rosmarinus officinalis*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus lycioides*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Chamaerops humyllis*, y algunas otras especies típicas mediterráneas.

Como conclusión se obtiene que las especies aprovechables en la valorización biomásica, se reducirán prácticamente en su mayoría al regenerado de *Pinus halepensis*, y en una minoría a ejemplares de *Pinus pinaster*.



Figura nº 8. Estado de la masa forestal en Enguera.

3.1.3- Descripción del Medio Agrícola.

En cuanto al estado de los cultivos (Biomasa residual agrícola) hay que destacar que el cultivo dominante es el olivar, en principio de secano, aunque en los últimos años se está transformando a riego localizado. Se trata de plantaciones maduras que en la mayor parte de los casos superan con creces los 30 años de edad, aunque en el resurgir del olivar en los últimos años aparecen plantaciones jóvenes.



Figura nº 9. Cultivo del olivar en Enguera.

Otros cultivos a destacar en Enguera son la vid que también vuelve a resurgir aunque de forma bastante minoritaria, los almendros en la zona de Navalón y algunas plantaciones minoritarias de cítricos. Todas estos cultivos aparecen en su estado adulto.



Figuranº 10. Cultivo de la vid en Enguera.



Figura nº 11. Cultivo de cítricos en Enguera.

Como conclusión se obtiene que, la fracción principal de la biomasa agrícola la formarán los restos de poda del olivar, seguida por los restos de poda de cítricos, quedando el resto de especies como pueda ser la vid como simbólicas, ya que no presentan una cantidad significativa de superficie como para constituir un volumen biomásico importante.

3.1.4- Definición de Biomasa.

Técnicamente se define la Biomasa, como “Masa Biológica”, es decir, cantidad de materia viva producida por plantas, animales, hongos o bacterias (Organismos vivos en general) (IDAE 2005).

Entrando en la definición de Biomasa Vegetal, se puede decir que las plantas utilizan como fuente original la “Energía de la luz Solar”, para fabricar carbohidratos a partir de CO₂ y Agua. Las plantas son capaces de almacenar todos estos componentes que elaboran, convirtiéndose éstos en un combustible potencial que posteriormente podrá utilizar el hombre (IDAE 2005).

La Biomasa como fuente para la producción de energía renovable puede clasificarse en:

BIOMASA NATURAL: Es la que produce la propia Naturaleza, sin intervención humana. Ejemplo: Podas naturales de los árboles de los bosques.

BIOMASA RESIDUAL SECA: Procede de los recursos generados en las actividades agrícolas y forestales. También se produce este tipo de Biomasa en los procesos de la industria agroalimentaria y de la industria forestal.

BIOMASA RESIDUAL HÚMEDA: Procede de vertidos biodegradables formados por aguas residuales urbanas e industriales y también de los residuos ganaderos.

CULTIVOS ENERGÉTICOS: Cultivos realizados tanto en terrenos agrícolas como forestales y que están dedicados exclusivamente a la producción de biomasa.

Pero desde un punto de vista más práctico la biomasa se clasifica de la siguiente forma, como podrá apreciarse en la mayoría de manuales y publicaciones:

3.1.4.1 Biomasa Residual Forestal.

Son los residuos procedentes de los tratamientos silvícolas y aprovechamientos forestales de las masas vegetales, realizados para la defensa y mejora de las mismas, obtenidos tras las operaciones de corta, saca y transporte a la pista forestal. (IDAE 2005).

La obtención de estos residuos forestales conlleva la realización de una serie de operaciones de limpieza, astillado y transporte, que en ocasiones superan sensiblemente los precios asequibles para el uso energético, pero que en todo caso se justifican desde el punto de vista medioambiental (Prevención de incendios forestales, no afectan al cambio climático...) (IDAE 2005).

En el Término Municipal de Enguera, se va a tener en cuenta como Biomasa Residual Forestal, a los productos obtenidos como resultado de la aplicación de los diferentes tratamientos silvícolas sobre la masa forestal. Entre los citados tratamientos cabe destacar, las claras, clareos, podas, desbroces... Estos tratamientos en la mayoría de los casos se realizan con el objeto de aplicar una selvicultura preventiva contra la posibilidad siempre presente de los incendios forestales. Pero también puede darse el caso de apertura de diferentes tipos de vías forestales.

El potencial biomásico forestal del Término Municipal de Enguera, a priori es bastante elevado si se tiene en cuenta, que gran parte de su extensión permanece carente de tratamientos de selvicultura preventiva con el riesgo que esto conlleva para la masa. Y además hay que tener en cuenta, como se ha podido observar en el estudio del medio

físico, que las pendientes del mismo no son muy pronunciadas lo que facilitará en gran medida la realización de tratamientos silvícolas y como consecuencia, la extracción de la Biomasa Residual Forestal.

3.1.4.2 Biomasa Residual Agrícola.

Son los residuos procedentes de las operaciones agrícolas de poda de olivos, vid y diferentes tipos de árboles frutales de tipo leñoso. Pero además también forman parte de esta tipología los restos de cultivos agrícolas herbáceos, como cereales...(IDAE 2005).

Estos residuos tienen un carácter marcadamente estacional derivado del tipo de cultivo, y de la procedencia del mismo. (IDAE 2005).

Al igual que ocurría en el caso anterior es necesario realizar tratamientos de la biomasa como el astillado o la compactación que homogeneicen el material y aumenten la eficiencia del transporte, disminuyendo a su vez sus costes. (IDAE 2005).

Como se ha podido comprobar en los apartados anteriores, los cultivos agrícolas predominantes en Enguera, son en primer lugar y por su gran peso específico el Olivo, seguido por los cultivos de Cítricos junto con la Vid y Almendro en más reducida extensión. Por tanto cabe destacar, que la biomasa residual agrícola en Enguera, estará formada por los restos de las podas de los cultivos leñosos que se han citado.

Así pues, se puede decir que la biomasa residual agrícola en Enguera, estará formada por los restos de poda como son las ramas viejas, ramas agotadas, ramas secas, chupones...que tradicionalmente nunca se han puesto en valor. Hasta el momento el agricultor tradicional se ha dedicado a quemar los restos de poda, o como mucho en estos últimos años a triturarlos e incorporarlos al suelo como enmienda orgánica. Esta situación puede cambiar, ya que las quemadas controladas de restos de poda, con el tiempo y con el avance de las normativas medioambientales puede ser que se eliminen, con lo que se abre un posible camino para la puesta en valor de los mismos como posible recurso energético y no solo como enmienda orgánica.

Otra posible fuente de biomasa residual agrícola, que no se suele mencionar, y que cabe resaltar, son los árboles procedentes del arranque de fincas agrícolas con motivo del cambio de especie o variedad de cultivo. Esta posibilidad es más remota, y actualmente con la situación de crisis del sector agrario no se suele tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos, ya que se trata de situaciones esporádicas que no se suelen repetir con una frecuencia estable.

3.1.4.3 Biomasa Residual Industrial.

En cuanto a biomasa residual industrial, se puede decir que en la localidad de Enguera, hay solamente dos industrias con capacidad de producción de biomasa residual. La primera es la Cooperativa Agrícola de Enguera, que posee almazara propia para la elaboración de aceite de oliva, y el orujo remanente de las operaciones de elaboración del aceite, forma parte de la biomasa residual industrial generada por este tipo de industria.

La otra industria de la localidad, capaz de generar biomasa residual, es una bodega. Pero en este caso no será posible obtener la biomasa residual de la misma (orujo resultante del prensado de la uva), ya que esta es destinada a la industria alcoholera para la obtención de diversos tipos de alcoholes, con lo cual no será tenida en cuenta a la hora de realizar los cálculos.

3.2 Metodología.

3.2.1 Inventariación y cálculo de existencias, crecimientos y posibilidades.

Para el análisis del potencial de valorización de la biomasa existente en la CV para su uso energético, es necesario tener en cuenta que existen diferentes fuentes de biomasa: biomasa forestal, biomasa agrícola, biomasa industrial,...Considerando el marco en el que se engloba el presente análisis, se ha determinado considerar como biomasa susceptible de ser aprovechada como recurso energético y por tanto objeto del presente estudio:

- a. Determinadas fracciones de biomasa forestal
- b. Los residuos generados por los cultivos leñosos en el municipio de Enguera.
- c. Los residuos generados por las industrias agrarias del Municipio.

Debido a que existen claras diferencias tanto en la obtención del material en campo como en los datos de registro, se propone una metodología de estimación de recursos existentes para cada una de las tipologías del material a considerar, es decir, una metodología para el cálculo de existencias de biomasa residual forestal y otra metodología para el cálculo de existencias de biomasa residual agrícola. En cuanto a la fracción de biomasa industrial, el método se ceñirá al sondeo de datos de las distintas industrias agroalimentarias del municipio.

El nivel de detalle al que se pretende llegar es al de una planificación local de la gestión de los recursos, por tanto los datos de entrada para la realización de las estimaciones deben ser adaptables a este nivel de detalle. En el caso de la biomasa forestal, la entrada de datos se hace a partir de la unidad de superficie de la tesela y posteriormente estas son agrupadas por municipios. Los datos relativos a la biomasa agrícola vienen detallados a nivel local.

3.2.1.1 Cálculo de Biomasa Residual Forestal.

Para el cálculo de la potencialidad del aprovechamiento biomásico seleccionaran en primer lugar las especies susceptibles de aprovechamiento, teniendo en cuenta para ello las existencias y las características de la especie. Una vez seleccionadas se procederá al cálculo de la biomasa considerando los diferentes criterios de definición del material (parte del árbol a aprovechar, estado de la masa, etc).

Después del cálculo de las existencias de biomasa forestal aprovechable como recurso energético, se aplicarán una serie de restricciones teniendo en cuenta las diferentes limitaciones existentes en el territorio que hacen insostenible su extracción, ya sea por cuestiones medioambientales, técnicas o de viabilidad económica.

El proceso de cálculo se realizará siguiendo las directrices del esquema que se exponea continuación:

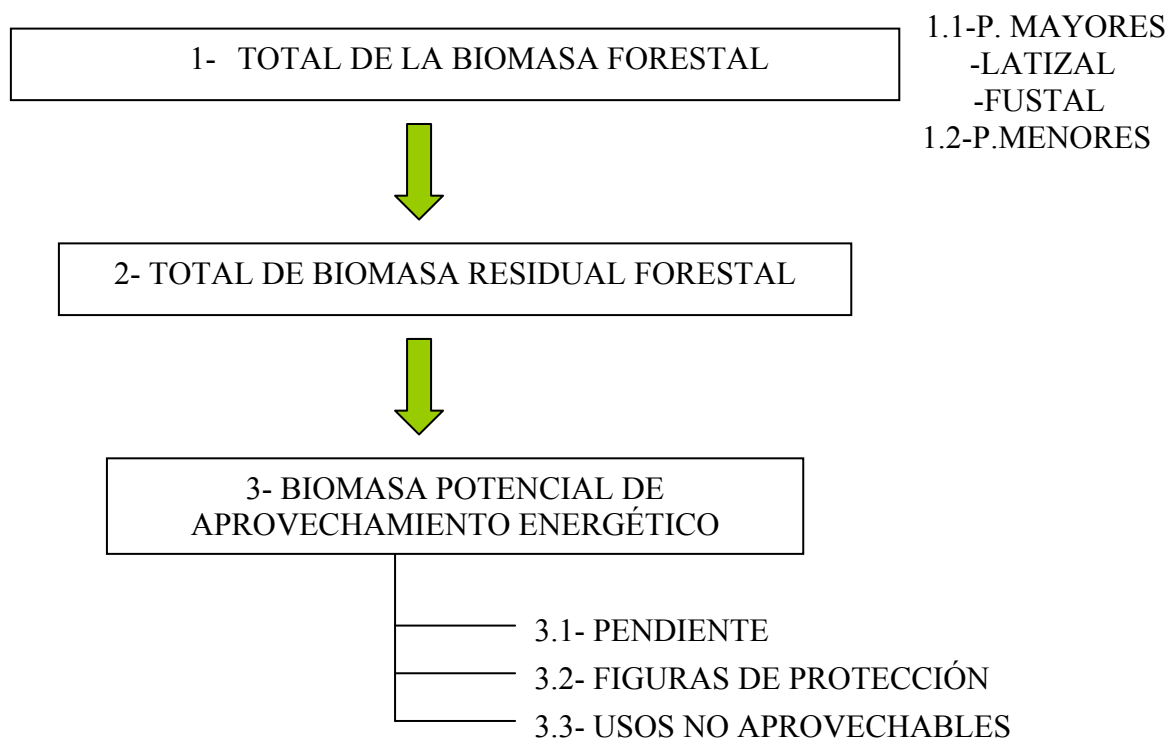


Figura nº 22. Esquema de la metodología para la estimación de la biomasa potencial de aprovechamiento energético.

Como resultado previo se obtienen toneladas (Tn) de biomasa existentes en el municipio de Enguera para todas las especies georreferenciadas sobre el territorio. Posteriormente se obtendrá la biomasa real aprovechable atendiendo a las restricciones pertinentes y con ello, se establecerá una zonificación de áreas de mayor concentración de biomasa donde se podrán establecer medidas de actuación.

La información utilizada es la siguiente:

-Datos dasométricos generales por estrato, especies y provincias del 3 Inventario Forestal Nacional (IFN3). En concreto los datos de la tabla 301: DENSIDAD DE MASA. EXISTENCIAS POR HECTÁREA DE CADA ESTRATO Y ESPECIE:

- Volumen con corteza del fuste (V_{cc}) en m^3 ,
- Incremento anual del volumen con corteza (IAVC) en m^3/ha ,
- Nº de pies menores.

-Dato de altura media de los pies menores obtenido de las parcelas del IFN3.

Datos de partida: los obtenidos de la estimación de las existencias de biomasa forestal en la Comunitat Valenciana.

Una vez estimada la cantidad de biomasa forestal existente en nuestros montes es necesario estimar la cantidad susceptible de ser aprovechada como recurso energético. Para ello es necesario en primer lugar definir qué especies se van a considerar como aprovechables, que a su vez van a ser las de mayor ocupación en el TM de Enguera y qué fracción de éstas.

Especies Aprovechables

Coníferas: *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*.

Frondosas: *Quercus ilex*, *Quercus faginea*.

Así pues conociendo los requisitos y condiciones previas se procede a desarrollar la metodología estructurada en el esquema anterior:

1.Cálculo del total de la biomasa forestal.

1.1- Estimación de biomasa procedente de pies mayores

Para la obtención del total de la biomasa forestal arbórea, según la metodología que se va a exponer seguidamente, se precisa conocer la cantidad total de biomasa (Tn) que existe de la totalidad de especies arbóreas forestales en la CV. Sin embargo, los datos de campo provenientes del IFN3 sólo ofrecen datos de existencias en volumen del fuste (m³), medida comúnmente utilizada en silvicultura, inventariación y ordenación forestal, por estrato y especie para cada provincia de la Comunidad Valenciana. Por ello, el tratamiento de los datos de partida tiene como objetivo la obtención del volumen de biomasa por especie referenciada sobre la unidad mínima del territorio (tesela) con el fin de realizar análisis territoriales sobre existencias y potenciales biomásicos en la CV.

A continuación, se procede con la exposición de los datos de partida y el tratamiento realizado para la obtención de m³ de biomasa por especie en cada tesela del territorio:

Cada tesela está caracterizada en el IFN3 por una serie de parámetros que indican valores medios homogéneos para toda su superficie. De entre estos parámetros, el descriptor “Estrato” proporciona información sobre el tipo de vegetación arbórea del recinto, según la/s especie/s presentes, sus ocupaciones respectivas, sus estados de masa y fracción de cabida cubierta arbórea. Es decir, se trata de un caracterizador de los tipos de vegetación existentes en cada provincia que proporciona datos dasométricos homogéneos para cada estrato

El IFN3, además caracteriza cada provincia con los siguientes parámetros por estrato recogidos en tabla 301 del IFN3:

- Nº pies mayores/hectárea,
- Área basimétrica (AB) en m²/ha,
- Volumen con corteza del fuste (Vcc) en m³/ha
- Volumen sin corteza del fuste (Vsc) en m³/ha
- Incremento anual del volumen con corteza (IAVC) en m³/ha
- Volumen leñas gruesas (VLE) en m³

Estos valores dasométricos corresponden a la totalidad de las especies presentes en un estrato, pero igualmente se conoce para cada una de las especies que componen el estrato el Vcc medio de esa especie (m³/ha) como se muestra en la tabla presente en Anexo I, estratos correspondientes a la provincia de Valencia.

Las estimación de la biomasa forestal existente en el TM de Enguera se ha realizado utilizando los resultados de la metodología desarrollada por Montero *et al.* (2005) en su publicación “Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles”. En esta publicación, Montero desarrolla una metodología de medición indirecta que determina el porcentaje de materia seca en peso (Kg) que ocupa cada una de las fracciones de un árbol, tanto en su parte aérea (fuste y ramas) como en su parte radical (raíces), sobre la totalidad de la biomasa seca de un individuo de las principales especies de interés en la Península Ibérica. Se ha utilizado los resultados de Montero *et al.*, 2005, debido a que se trata de la metodología más detallada y más ampliamente

utilizada en los estudios sobre la evaluación de biomasa realizados en el territorio español (Carrasco García *et al.* 2008; MARM, 2007; TRAGSATEC, 2007) y así mismo se basa en muestras de pies que comparten las más próximas condiciones fitoclimáticas con los correspondientes en el ámbito del presente estudio. Estas fracciones porcentuales de biomasa según especies y partes del árbol se exponen en el Anexo II.

Sin embargo, para la aplicación de estos coeficientes es necesario en primer lugar transformar los datos conocidos en volumen (m³) a materia seca en peso (kg). Para ello es necesario utilizar la densidad básica de la madera (d_{bas}).

Especie	Densidad básica (g/cm ³)
<i>Pinus halepensis</i>	0,381
<i>Pinus nigra</i>	0,483
<i>Pinus pinaster</i>	0,452
<i>Pinus pinea</i>	0,481
<i>Pinus sylvestris</i>	0,435
<i>Populus euramericana</i>	0,361
<i>Quercus ilex</i>	0,742
<i>Quercus faginea</i>	0,635
<i>Quercus suber</i>	0,666
<i>Juniperus phoenicia</i>	0,500
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0,500
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,631
<i>Olea europaea</i>	0,765
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,555

Tabla N° 13. Densidad básica de la madera para cada una de las especies de estudio. Fuente: AIDIMA.

A partir de los datos de materia seca en peso del fuste de cada una de las especies en la tesela (Tn), aplicando los porcentajes definidos por Montero *et al.* (2005), se estima la cantidad total de biomasa existente en cada tesela por especie mediante el producto de la inversa del porcentaje que ocupa el fuste sobre el total de la materia seca de un individuo de una especie determinada. Mediante el sumatorio de la materia seca de todas las especies que se dan en la tesela obtenemos la cantidad total de biomasa por tesela (toneladas).

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

Siendo

Materia seca fuste i , (tn): la materia seca en peso de los fustes de una especie (i) sobre una tesela

%fuste i : el porcentaje que ocupa el fuste sobre el resto de la biomasa del árbol según Montero *et al.* (2005).

BT_{it} , la biomasa total existente por especie (i) y tesela (t)

Las existencias totales de biomasa arbórea son el resultado de la suma de toda la biomasa total de cada especie para todas las teselas de los estratos correspondientes al TM de Enguera y se expresan en toneladas de biomasa seca.

$$BT(Tn) = \Sigma(BT_{it})$$

1.2- Estimación de biomasa procedente de pies menores

Como en el caso anterior, para el cálculo de la biomasa procedente de pies menores se requiere conocer el Vcc de cada una de las especies presentes en la CV. Igualmente, con el fin poder georreferenciar estos datos sobre el territorio se necesita utilizar la unidad básica de la tesela procedente del IFN3.

Los pies menores corresponden a la Categoría 4 del estudio de regeneración y quedan definidos como aquellos pies con altura superior a 130 cm. y diámetro normal comprendido entre 2,5 y 7,5 cm. Generalmente, se toma como diámetro medio de pies menores $\varnothing=5$ cm.

En este caso, el dato que proporcionan los los estadillos de campo del IFN3 es el diámetro medio de los pies menores para cada una de las provincias y se obtiene una altura media de los pies menores para todas las especies y por provincia.

Considerando un diámetro medio para todos los pies menores (con independencia de especie y estrato) y con el dato de la altura, se obtiene un volumen medio de un pie menor tipo para cada especie y provincia.

	Alicante	Valencia	Castellón
Diámetro medio (m)	2,84	3,23	3,14

Tabla nº 14. Diámetro medio de pies menores para cada provincia.

Fuente: Parcelas de campo del IFN3. Elaboración propia.

Al igual que en la estimación de la biomasa forestal arbórea de los pies mayores se ha utilizado porcentajes de materia seca. En este caso se necesita calcular de forma previa la relación de cada una de las fracciones del árbol sobre la totalidad de la biomasa de un individuo para pies con un diámetro medio de 5 cm , ya que los porcentajes proporcionados por Montero *et al.* (2005) hacen referencia a pies con un diámetro medio entre 20-30 cm de diámetro y aparecen variaciones conforme disminuye el diámetro del árbol. La tabla de porcentajes según especies y partes del árbol aparecen al igual que en el caso de pies mayores en en Anexo II.

Una vez obtenidos estos porcentajes de aplicación se sigue la misma metodología que en el caso de los pies mayores, obteniendo como resultado Tn de biomasa de pies menores por tesela.

Siguiendo la metodología explicada para la determinación de la biomasa forestal arbórea existente en el TM de Enguera se aplican estos porcentajes a cada una de las teselas de las especies seleccionadas teniendo en cuenta el porcentaje que ocupa el latizal y fustal en cada una de las teselas. Hay que que hacer notar que de los once estratos que componen la masa forestal de la provincia de Valencia según el IFN3, para el caso de Enguera solo se utilizarán los estratos 1,2,3,5,6 y 7 ya que son los únicos que tienen la vegetación realmente aprovechable a efectos de biomasa. De esta forma se obtienen las existencias en toneladas de Biomasa Forestal Total en el T.M. de Enguera.

1.Cálculo del total de la biomasa residual forestal.

Generalmente, se considera biomasa forestal susceptible de ser aprovechada como recurso energético aquella biomasa procedente del conjunto de residuos vegetales generados a partir de operaciones selvícolas como podas, selección de brotes, clareos, etc. Sin embargo, debido a la situación actual de las masas forestales en la CV sobre las cuales no se realiza actualmente ningún tipo de intervención, los criterios de clasificación de la biomasa arbórea de uso industrial y las especificaciones de los técnicos de la Consellería de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, se ha

considerado tener en cuenta en función del estado de la masa las siguientes fracciones del árbol:

- BRF en estado de fustal

En este caso, la BRF está compuesta por todas aquellas fracciones del árbol obtenidas de las actuaciones definidas anteriormente, que no pueden ser incluidas en el aprovechamiento maderero. Es decir, por las ramas de diámetro menor de 7 cm:

- Ramas de diámetro comprendido entre 2 y 7 cm
- Ramillas de diámetro menor de 2 cm
- Hojas o acículas

- BRF en estado de latizal

Siguiendo instrucciones de los técnicos de Consellería de Medio Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge todos aquellos pies de diámetro con corteza menor de 23 centímetros son susceptibles de ser considerados de forma íntegra como recurso bioenergético. Es decir todo el conjunto de la biomasa aérea de estos pies es considerado como BRF.

De esta forma las siguientes fracciones del árbol se incluirían en la definición de BRF:

- Fuste
- Ramas de diámetro mayor de 7 cm
- Ramas de diámetro comprendido entre 2 y 7 cm
- Ramillas de diámetro menor de 2 cm
- Hojas o acículas

Para la estimación de la biomasa forestal arbórea se ha dividido la estimación de la misma en pies mayores, pies menores y regenerado ya que la distribución de la biomasa aérea y radical en cada uno de ellos difiere en gran medida debido a notables diferencias morfológicas. Por ejemplo, en el caso de los pies menores, la biomasa radical ocupa un porcentaje mucho mayor sobre el total de la biomasa del árbol.

De este modo se calculará la Biomasa Residual Forestal sumando las fracciones utilizables de las especies que se consideran aprovechables, tanto para el estado de Latizal como para el de fustal.

Sin embargo, para la posterior planificación sostenible de este aprovechamiento es necesario determinar la posibilidad de extracción de biomasa. La metodología seguida para esta estimación es la definida en la publicación “*Análisis de la posibilidad de las principales especies maderables gallegas*” publicada en 2003 por FESERMAGA (Federación empresarial de Serradores e Rematantes de Madeiras de Galicia), donde:

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

Siendo,

P: Posibilidad (Tn/año)

E: Existencias (Tn)

T: Turno de corta (años)

Cc: Crecimiento corriente anual (Tn/año)

Consideraciones previas a tener en cuenta:

- ❖ Siguiendo la metodología señalada, en la definición de BRF concordancia con la estimación de la biomasa forestal existente en el TM de Enguera los estratos empleados para dicho cálculo serán los definidos por el IFN3 quedando excluidos los siguientes:

- Los estratos en los que entre las especies principales no aparezcan ni *Pinus* ni *Quercus ilex* o *faginea*, es decir, aquéllas consideradas como aprovechables
- Los estratos con FCC < 20%
- Los estratos de matorral
- ❖ Los turnos determinados para el cálculo se han establecido en función de la especie, el estrato y la provincia, además de las siguientes consideraciones:
 - Los turnos de los pinares mediterráneos (carrasco, piñonero y resinero) serán similares por provincia
 - Los turnos de los pinares de montaña (laricio y silvestre) serán similares por provincia
 - Los *Quercus* presentan un turno constante de 150 años
 - Se emplearán turnos conservadores.

Los turnos establecidos son los siguientes para la provincia de Valencia:

- Pinos mediterráneos: 85 años (Fuente: PGOF)
- Pinos de montaña: 140 años (Fuente: PGOF)
- *Quercus*: 150 años (Fuente: Compendio de selvicultura Aplicada en España).

1.Cálculo de la biomasa potencial de aprovechamiento energético.

Después del cálculo de la posibilidad de la biomasa residual forestal, es necesario aplicar una serie de restricciones teniendo en cuenta las diferentes limitaciones existentes en el territorio que hacen insostenible su extracción, ya sea por cuestiones medioambientales, técnicas o de viabilidad económica. Estas restricciones se aplican mediante datos georeferenciados a través de un sistema SIG.

Así, se define las siguientes restricciones:

a. Pendiente del terreno

La pendiente es una restricción que se aplica en función del riesgo de erosión y de la difícil accesibilidad. Hay diversas fuentes con criterios muy similares (Freire, 2009; Garañea y Bengoa 2009; MARM, 2007). Sin embargo, debido a las características de los terrenos forestales de la CV y tras comunicación oral de E. Tolonsana, se ha determinado los siguientes factores de intensidad de aprovechamiento:

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

Tabla nº 15. Factor de intensidad de aprovechamiento en función de la pendiente. Fuente: AIDIMA.

b. Existencia de figuras de protección

Se aplica un filtro que incluye las diferentes figuras de protección existentes en el territorio que por sus características no permitan la extracción de biomasa. Habitualmente este tipo de restricción se aplica de forma general a los Parques Nacionales (PN), sin embargo aunque en la CV no se encuentra ningún PN, se toma en consideración aplicar esta restricción a zonas de especial interés como las microreservas, zonas de anidación, etc.

c. Usos no aprovechables

Se excluyen las siguientes zonas:

1. parques periurbanos
2. mosaico arbolado o desarbolado sobre cultivo o matorral
3. áreas recreativas
4. arbolados fuera del monte
5. monte bajo sin vegetación superior
6. áreas cortafuegos

La metodología de trabajo a seguir para la aplicación de estas restricciones asociadas al territorio es la siguiente:

La cantidad de biomasa forestal considerable como recurso energético está georeferenciada a la unidad básica de la tesela. Para tener en cuenta las restricciones que se han de aplicar con el fin de obtener el potencial real de aprovechamiento se han de superponer los distintos filtros de pendiente del terreno, figuras de protección y usos del suelo.

El resultado de estas operaciones será la obtención de la Posibilidad Realmente Aprovechable de Biomasa Residual Forestal.

3.2.1.2 Cálculo de Biomasa Residual Agrícola.

Para la estimación de la BRA generada por los cultivos leñosos en le CV se pueden utilizar diferentes metodologías basadas tanto en la producción anual de cada tipo de cultivo como en la superficie productiva ocupada por cada uno de estos.

La selección de la metodología a utilizar se ha realizado a partir del nivel de detalle de los datos disponibles. En este caso la información ha sido proporcionada por la Consellería d'Agricultura, Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana. Los datos corresponden al ejercicio de 2008, los más actualizados hasta el momento. El máximo nivel de detalle del que se dispone es la superficie ocupada (Hectáreas), por cada uno de los cultivos de interés en cada uno de los municipios de la CV. Por lo tanto, la metodología seleccionada es aquella que calcula la cantidad de residuos generados por superficie productiva, es decir, las toneladas de residuos generadas por hectárea.

Teniendo en cuenta diferentes experiencias en campo por parte de diferente autores, e incluso por experiencia propia, la biomasa obtenida para los diferentes cultivos objeto de estudio son de aproximadamente 2 Tm/Ha. para el almendro, 2,5 Tm/Ha. para la vid, 3,5 Tm/Ha. para el olivo y 4 Tm/Ha. para el cultivo de cítricos. Estos datos evidentemente son una media aproximada, que evidentemente diferirá bastante según zonas, teniendo en cuenta las condiciones de cultivo, características edáficas, características climáticas... Por tanto en el presente estudio se calcularán para el caso específico del Término Municipal de Enguera.

Esta metodología se basa en la aplicación de unos coeficientes de generación de residuos sobre la superficie productiva de cada uno de los cultivos de interés, ya definidos según los resultados indicados en la siguiente tabla, es decir almendro,

cítricos, olivo y vid, basados en modelos que integran cuidados culturales tipo para cada una de las especies.

	Días y Azevedo (2000)	Di Blasi et al.(1997)	Voivontas et al. (2001)	ASINEL (1992)	MEDIA
Olivo	0,6	1,7	2,8	1,7	1,7
Almendra	1,1	1,7	6,2		3,0
Viña	3,9	2,9	6,2	3,5	4,1
Cítricos	-	-	-	2	2,0

Tabla nº 16 .Ratio residuos superficie de los principales cultivos leñosos de la Comunitat Valenciana. Fuente: A partir de datos de diversas fuentes.

Para la selección de los coeficientes a aplicar se ha realizado una consulta bibliográfica buscando aquellas publicaciones en las que se definen los cultivos que se adaptan más a la realidad de Enguera. Finalmente, se ha obtenido un valor medio de coeficiente para cada cultivo y se han determinado los resultados de ésta como los coeficientes finales para la estimación de la cantidad de residuos generados por los cultivos agrícolas leñosos de la CV. Este valor medio para cada cultivo es el que se multiplicará por las superficies de los diferentes cultivos para la obtención de las Tm./Ha de cada cultivo. Posteriormente se realizará el sumatorio de los diferentes cultivos para la obtención del total de Biomasa Residual Agrícola.

Para la obtención de la Biomasa Residual Agrícola realmente aprovechable en Enguera, se procederá a restar del total de la BRA obtenido, la proporción de aquellos cultivos que por alguna razón concreta no se puedan utilizar como BRA. Éste puede ser el caso del cultivo de la vid en Enguera, que casi en su totalidad pertenecen a Bodegas Enguera y es triturado y aportado al terreno como abono orgánico.

3.2.1.3 Cálculo de Biomasa Residual Industrial.

En el estudio realizado sobre las posibles industrias forestales o agroalimentarias existentes en el TM de Enguera, se constata que solo has dos industrias dignas de mención en este sentido. La primera es una Bodega (Bodegas Enguera), en la cual se han hecho las pertinentes visitas y se llegó a la conclusión de que de esta industria no se podían obtener restos destinados a la obtención de Biomasa Residual Industrial, ya que los orujos obtenidos como resto del prensado de la uva son destinados por completo a las industrias alcohólicas. La segunda industria digna de mención en este apartado, es la Cooperativa Agrícola de Enguera, de la cual se obtienen una media de 5.000 Tm. anuales de alpechín o alpeorajo procedente del prensado de la oliva para la obtención de aceite en la Almazara de la citada cooperativa, siendo estos datos facilitados por la gerencia de la propia entidad. A esta cantidad de alpechines hay que restarle el 65 % de humedad que tienen después del prensado de la oliva, ya que para su aprovechamiento biomásico se tienen que secar.

3.2.2 Análisis de sistemas de aprovechamiento y logísticos representativos.

3.2.2.1 Análisis de sistemas de aprovechamiento y logísticos para Biomasa Residual Forestal.

Es de vital importancia en la eficiencia de la recogida de los restos de cortas la integración de todas las operaciones de extracción de la biomasa residual en el aprovechamiento de las áreas forestales. Se pueden distinguir distintas situaciones como consecuencia en la diversidad de la organización de recogida de restos forestales.

- a) Restos de corta esparcidos por la parcela. Situación mayoritaria en las explotaciones, y es la más desfavorable para la extracción, dado el bajo rendimiento que obtienen los equipos de recogida. En este caso se suele utilizar astilladora móvil o empacadora.
- b) Restos de corta agrupados en pequeños montones realizados durante el aprovechamiento. Los montones se pueden realizar manualmente, con taladora-apiladora o con tractor con pluma. Sistema factible en terrenos llanos.
- c) Restos de corta agrupados en montones a pie de pista. Los restos de corta se suelen recoger con tractor autocargador o con skidder con el fin de amontonarlos cerca de la pista. Posteriormente a la concentración, se realizará el astillado o empacado que permita un transporte viable económicamente y de forma eficiente.

La extracción eficiente de los restos forestales irá asociada a la organización de la maquinaria que realizará los trabajos, buscando las técnicas que rentabilicen de la forma más eficaz la extracción y transporte de la biomasa residual forestal. Esto se consigue integrando la corta y procesado con la concentración de la biomasa residual en distintas zonas destinadas a tal fin.

En el presente apartado se pretende el estudio de las diferentes opciones de sistemas de procesado y recogida y extracción de biomasa residual, aplicados al Término Municipal de Enguera, de las cuales se deberá obtener las más apropiadas a la casuística objeto de estudio en Enguera.

Como zonas de trabajo se consideran la parcela forestal, las vías de saca, las pistas forestales y las industrias o plantas energéticas.

Las operaciones principales que se consideran en el estudio son: Tala y procesado, extracción de biomasa a la pista forestal, astillado o empacado y transporte a planta.

ZONAS DE TRABAJO	PARCELA FORESTAL	VIAS DE SACA	PISTA FORESTAL O CARGADERO	INDUSTRIAS-PLANTA ENERGÉTICA
OPERACIONES	TALA Y PROCESADO	EXTRACCIÓN A PISTA	ASTILLADO	TRANSPORTE

Tabla nº 17. Operaciones y zonas de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

Opción A:

Esquema de operaciones y zonas de trabajo:

	Parcela forestal	Vía de saca	Pista forestal o cargadero.	Planta
Tala y procesado	Manual con motosierra. Utilización de Skider o tractor agrícola con cabestrante.			
Extracción a pista.		Tractor autocargador		
Astillado			Astilladora transportable.	
Transporte			Camión de transporte.	

Tabla nº 18. Organización de la maquinaria en claras en terrenos llanos y de buena accesibilidad. Fuente: AIDIMA , proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).

Consideraciones técnicas:

En esta opción el apeo y procesado se realiza manual con motosierra, y se realiza el arrastre de la biomasa hasta la vía de saca mediante Skider o tractor agrícola con cabestrante. Se emplean dos operarios un motoserista y un tractorista. La saca hasta la pista forestal se realiza con tractor autocargador, y una vez allí el astillado se realiza con astilladora transportable que depositará las astillas en contenedores multilife que posteriormente se transportarán a planta mediante camiones.

Opción B:

Esquema de operaciones y zonas de trabajo:

	Parcela forestal	Vía de saca	Pista forestal o cargadero.	Planta
Tala y procesado	Manual con motosierra. Utilización de Skider o tractor agrícola con cabestrante.			
Extracción y Astillado		Astilladora móvil		
Transporte.			Camión de transporte.	

Tabla nº 19. Organización de la maquinaria en terrenos llanos y accesibles (segunda opción). Fuente: AIDIMA , proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).

Consideraciones técnicas:

Las operaciones de apeo y procesado son similares al caso anterior. Para la recogida la astilladora móvil se desplaza por las parcelas concretamente por las vías de saca cargando la biomasa con la pluma y las pinzas realizando el astillado, una vez el depósito de la astilladora está lleno ésta se desplaza hasta la pista depositando su contenido, en contenedores multilife, que serán transportados mediante camiones a planta.

Opción C:

Esquema de operaciones y zonas de trabajo:

	Parcela forestal	Vía de saca	Pista forestal o cargadero	Planta
Tala y procesado.	Taladora o Procesadora			
Extracción		Tractor autocargador		
Astillado			Astilladora transportable	
Transporte			Camión de transporte	

Tabla nº 20 .Organización de la maquinaria en terrenos llanos y accesibles (tercera opción).
Fuente: AIDIMA , proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).

Consideraciones técnicas:

El apeo y procesado de los árboles, se realiza de forma totalmente mecanizada, mediante taladora apiladora o mediante la procesadora. Hay momentos en que la maquinaria se ve obligada a hacer un proceso de ordenación del material (apilado o amontonado), de esta forma se aumenta el ciclo de trabajo de estas primeras máquinas, pero se gana en rendimiento por parte del tractor autocargador que tendrá todo el material organizado y reducirá su ciclo de trabajo aumentando el rendimiento. Los materiales son apilados por parte del tractor autocargador en la pista donde serán astillados por astilladora transportable y posteriormente transportados en camiones con contenedores.

Opción D:

Esquema de operaciones y zonas de trabajo:

	Parcela forestal	Via de saca	Pista forestal o cargadero	Planta
Tala y procesado	Manual con motosierra			
Extracción a pista forestal	Skidder, Tractor agrícola con cabestrante o animales de tiro (caballos y mulas).			
Astillado			Astilladora transportable	
Transporte			Camión de transporte	

Tabla nº 21. Organización de la maquinaria para claras y clareos en terrenos en pendiente.
Fuente: AIDIMA , proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).

Consideraciones técnicas:

El presente esquema puede valer perfectamente en terrenos llanos, pero parece ser más apropiado para terrenos en pendiente. El apeo se realiza manual, no se realiza desramado y tronzado (en clareos) ya que va completamente para uso energético.

En terrenos llanos el Skidder arrastra el árbol entero desde la zona de corta hasta la pista por la vía de saca. En la pista una astilladora transportable lo astillará depositando la astilla en contenedores.

En terrenos con pendientes muy elevadas no se puede mecanizar el apeo y procesado. El apeo es manual, el skidder o tractor con cabestrante trabajan desde la pista extrayendo los árboles sin procesar, posteriormente los apila mediante las pinzas o la cuchilla delantera. Allí en la pista la astilladora realiza su función autoalimentándose si posee grúa y pinzas o siendo alimentada por un tractor autocargador. Posteriormente el transporte se realiza en camiones con contenedores a planta.

Este sistema resulta eficaz dada la rapidez con que el skidder puede desplazarse por la pista y realiza la extracción de los árboles en cualquier posición, aunque desde el punto de vista del operario que se desplaza por las laderas engancho y desengancho el cable hay una pérdida de rendimiento por el cansancio. Este problema se puede solucionar estableciendo una rotación entre operarios.

En terrenos con mayor pendiente o con más inaccesibilidad para los tractores o skidders puede plantearse la utilización de animales de tiro (mulos principalmente), ya que estos son capaces de llegar y trabajar donde ningún medio mecánico es capaz de hacerlo. El problema es la pérdida de rendimiento por cansancio de los animales y los tiempos muertos por descansos, pudiéndose solucionar con la rotación de animales. Ésta puede ser la solución para terrenos con difícil accesibilidad. Parece que hay una tendencia de vuelta a utilizar este tipo de animales que tanto se utilizaron antaño cuando la mecanización casi no existía. En las pruebas de campo se ha observado el trabajo de estos animales de forma satisfactoria.

Dentro de este tipo de organización también cabe decir que en Castilla y León, se han realizado experiencias, en las que se ha constatado que si la distancia entre la zona de cortas y la planta no excede los 15 Km. es más rentable el transporte de árboles enteros sin procesar a planta, donde se realizará el astillado de los mismos. Es decir una vez los árboles extraídos en pista, se cargarán en camiones de transporte que los llevarán a planta donde se astillarán. Según estas experiencias se aumenta de forma considerable el rendimiento, y por tanto se reducen los costes de la extracción y procesado de la biomasa residual forestal. Este caso resulta interesante desde el punto de vista de Enguera, ya que habrá bastantes zonas de actuación del término municipal que pueden estar a 15Km o menos de la planta de peletización en caso de ser construida.

Opción E:

Esquema de operaciones y zonas de trabajo:

	Parcela Forestal	Vía de saca	Pista forestal o cargadero	Planta
Tala y procesado	Manual con motosierra			
Extracción		Tractor Autocargador		
Empacado			Empacadora	
Transporte			Camión de Transporte.	
Astillado				Astilladora

Tabla nº 22. Organización de la maquinaria mediante empacado. Fuente: AIDIMA , proyecto LIFE Best4VarioUse (2010).

Consideraciones técnicas:

Este tipo de organización puede constar de dos variantes, dependiendo de si el empacado se realiza en la misma parcela o vía de saca o de si se realiza una saca con autocargador de la biomasa y el empacado se realiza en la pista forestal o cargadero.

De todos modos en esta opción, el apeo y procesado se realiza de la misma forma que en los casos anteriores de forma manual con motosierra, o mecanizada con taladora o procesadora. El empacado como se ha dicho puede realizarse en la parcela o vía de saca sin previa concentración en el caso de que los suelos tengan buena consistencia, siendo recogidas las pacas por un tractor autocargador que las llevará hasta la pista forestal depositándolas en un camión de transporte que las llevará a planta donde se realizará el astillado. La otra opción de empacado sería sobre la pista forestal, previa extracción de la biomasa por parte de un tractor autocargador, esta opción se daría en el caso de que los suelos fueran de poca consistencia para evitar problemas por erosión, una vez realizadas las pacas se cargarán en un camión de transporte sobre la pista y se transportarán a planta donde se realizará el astillado.

Una vez visualizadas las distintas opciones logísticas para la extracción de la biomasa forestal, se exponen en el Anexo III las tablas en donde se pueden observar los distintos tipos de maquinaria a utilizar, teniendo en cuenta los precios de compra, costes horarios, rendimientos y los costes en Euros por tonelada extraída de biomasa forestal residual, según las diferencias de pendientes. Teniendo en cuenta que se estudia el caso de pendientes inferiores al 25 % y pendientes superiores al 25 %. Las tablas se diferencian según las clases de edad de la masa forestal a tratar, de este modo se encuentra una tabla para cada tipo de aprovechamiento, es decir una para monte bravo, otra para latizales y otra para fustales.

En estos tres sistemas de aprovechamiento la forma de operar será la siguiente:

- a) Monte Bravo: Aprovechamiento del árbol completo.
- b) Claras en latizal: Aprovechamiento del fuste y ramas gruesas para biomasa. La copa se divide en copa de luz que se triturará en monte para su retorno al ciclo de nutrientes del suelo y la copa de sombra que será astillada para aprovechamiento biomásico.

- c) Cortas en fustal (apeo integral): El proceso será el de apeo, despunte y desrame. Los fustes que reúnan las condiciones serán aprovechados para aprovechamiento maderable y los que no para biomasa. El resto del árbol será utilizado para BFR.

3.2.2.2 Análisis de sistemas de aprovechamiento y logísticos para Biomasa Residual Agrícola.

Para el análisis de los diferentes sistemas de aprovechamiento se han determinado las tres etapas fundamentales que se suceden durante todo aprovechamiento de este tipo. Las etapas son:

- 1-Poda
- 2- Alineación y concentración de resto
- 3- Astillado

Poda

La primera etapa es la dedicada a la poda del árbol. Se entiende por poda la operación realizada de forma manual o mecánica, que suprime mediante cortes cualquier parte del árbol y, en consecuencia, modifica su estado natural (*Muncharaz, 1996*). Aunque el fin de dicho proceso no es la obtención de biomasa, si no maximizar la producción de fruto, estos restos de poda, a los que en la actualidad no se les da ningún uso y acaban siendo quemados, constituirán nuestro aporte de biomasa.

Tanto para olivo como para almendro la forma de realizar la poda es manual con motosierra. La opción de poda mecanizada que se da en vid y cítricos, no es viable en olivo y almendro (*Muncharaz, 1996*).

Alineación y concentración

Tras la poda se procede a la alineación de los restos obtenidos, que han quedado esparcidos bajo los árboles. Para ello, se ahílan dichos restos a lo largo de las calles existentes entre los árboles de la zona de cultivo. La alineación se puede realizar de forma manual, siendo un operario el que alinee los restos, o de forma mecánica, mediante una barredora.

En el caso de que el siguiente proceso, la concentración, se vaya a realizar de forma manual no hará falta una alineación previa.

Una vez alineados los restos se realiza la concentración de los mismos al final de las calles. Este proceso se puede realizar de diferentes formas:

- Manual, mediante operarios.
- Mecánica, empleando palas, rastrillos o sarmentadora empujadas o arrastradas por un tractor.
- Con tractor autocargador, provisto con una grúa de pinzas y remolque.
- Mecánica con sistema pick up. Recoge los residuos y los almacena en un remolque.

Astillado

El último paso para completar el aprovechamiento es la recogida de los restos. Para ello, se realiza un acondicionamiento del material para el transporte mediante el astillado del mismo.

El proceso de astillado se puede llevar a cabo de diferentes maneras, dependiendo de la forma de alimentar la astilladora:

- Alimentación manual, siendo los propios operarios los que introduzcan el material en la máquina.
- Alimentación mecánica, mediante una grúa con pinzas que recoge el material y lo introduce en la astilladora.
- Alimentación mediante sistema pick up. Este sistema consiste en dos ejes de alimentación: Uno muy bajo prácticamente pegado al suelo que posee unos dedos alzadores que al girar introducen el material en una plataforma; un segundo eje situado en la parte superior que girando en sentido contrario complementa el empuje, evitando que los materiales salgan despedidos hacia la parte superior (Velázquez, 2006)

Una vez definidas cada una de las etapas del aprovechamiento y la maquinaria que se podría emplear en cada una de ellas, se describieron los diferentes sistemas de aprovechamiento de biomasa, por medio de un cuadro, en el que se muestran las diferentes opciones de logística que se establecen durante el proceso de aprovechamiento, dependiendo en cada caso de la maquinaria empleada en cada una de las diferentes etapas.

Para el desarrollo del cuadro se combinó la maquinaria de las diferentes etapas:

PODA	ALINEACIÓN	CONCENTRACIÓN	ASTILLADO
Manual con motosierra.	Manual	Manual	Alimentación manual
	Mecánica con barredora.	Pala, rastrillo o sarmentadora.	Alimentación mecánica
		Tractor autocargador	Sistemas pick-up

Tabla nº 23. Combinación de maquinaria en etapas. Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se expone un cuadro más detallado con todas las combinaciones posibles de operaciones y distintos tipos de maquinaria según las distintas etapas del trabajo de obtención de la Biomasa Residual Agrícola:

	Poda	Alineación	Concentración	Astillado
Opción 1	Manual	-	Manual	Alimentación manual
				Alimentación mecánica
Opción 2	Manual	Manual	Pala, rastrillo o sarmentadora	Alimentación manual
				Alimentación mecánica
Opción 3	Manual	Manual	Tractor autocargador	Alimentación manual
				Alimentación mecánica
Opción 4	Manual	Manual	-	Alimentación con sistema pick up
Opción 5	Manual	Mecánica con barredora	Pala, rastrillo o sarmentadora	Alimentación manual
				Alimentación mecánica
Opción 6	Manual	Mecánica con barredora	Tractor autocargador	Alimentación manual
				Alimentación mecánica
Opción 7	Manual	Mecánica con barredora	-	Alimentación con sistema pick up

Tabla nº 24. Combinación de posibilidades PODA-ALINEACIÓN-CONCENTRACIÓN-ASTILLADO Fuente: Elaboración Propia.

De esta forma, teniendo en cuenta el cuadro anterior, las opciones para la obtención de la Biomasa Residual Forestal quedarían estructuradas de la siguiente manera:

OPCION 1: Sin alineación previa* + Concentración manual

OPCION 1.1: Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación manual astilladora

OPCION 1.2: Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación mecánica astilladora

**La concentración manual NO REQUIERE ALINEACION PREVIA*

OPCION 2: Alineación manual + Concentración mediante pala, rastrillo o sarmentadora

OPCION 2.1: Poda manual + Alineación manual + Concentración mediante pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación manual astilladora

OPCION 2.2: Poda manual + Alineación manual + Concentración mediante pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica

OPCION 3: Alineación manual + concentración con pala, rastrillo o sarmentadora

OPCION 3.1: Poda manual + Alineación manual + concentración con pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación manual astilladora

OPCION 3.2: Poda manual + Alineación manual + concentración con pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica astillador

OPCION 4: Alineación manual + concentración con sistema pick up + alimentación sistema pick up

OPCION 4.1: Poda manual + Alineación manual + alimentación sistema pick up

OPCION 5: Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora

OPCION 5.1: Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora + Alimentación manual astilladora

OPCION 5.2: Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica astilladora

OPCION 6: Alineación con barredora + Concentración con tractor autocargador

OPCION 6.1: Poda manual + Alineación con barredora + Concentración con tractor autocargador + Alimentación manual astilladora

OPCION 6.2: Poda manual + Alineación con barredora + Concentración con tractor autocargador + Alimentación mecánica astilladora

OPCION 7: Alineación mecánica con barredora + Alimentación pick up astilladora

OPCION 7.1: Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Alimentación pick up astilladora

El último paso, que se lleva a cabo tras el astillado de la biomasa, y que conforma el **sistema logístico**, es el transporte del material obtenido.

Para dicho transporte, se plantean dos opciones:

1- Transporte de la astilla en remolque acoplado al tractor

2- Transporte de la astilla en camiones

En la elección de uno de los dos sistemas logísticos, se tendrá en cuenta sobre todo la distancia a planta y la accesibilidad a las parcelas de cultivo, ya que serán los dos factores más determinantes a la hora de llevar a cabo el transporte de la astilla desde campo a planta.

4- Resultados y discusión.

4.1- Existencias, crecimiento y posibilidad de biomasa.

4.1.1 Existencias, crecimiento y posibilidad de biomasa residual forestal.

En el presente apartado se exponen los resultados de los cálculos realizados utilizando la metodología expuesta en el apartado anterior referente a la metodología de cálculo. En primer lugar se exponen la tabla de resultados de BRF, correspondiente a las especies aprovechables en los estratos utilizados en el TM de Enguera, apareciendo las tablas desglosadas según las distintas clases de edad presentes en los estratos aprovechables y los totales, en primer lugar para pies mayores y en segundo para pies menores. Por último se expone una pequeña tabla en donde se exponen los totales absolutos y los totales absolutos aprovechables.

	Toneladas de Biomasa total correspondiente a pies mayores de todas las sp (arbol completo)	Toneladas de biomasa residual de pie mayor que son aprovechables de todas las sp de la fracción de fustal (sólo ramas)	Toneladas de biomasa de pie mayor que son aprovechables de todas las sp de la fracción de latizal (fuste+ramas)	Toneladas de biomasa de pie mayor que son aprovechables de todas las sp	Toneladas de Biomasa total correspondiente a pies menores de todas las sp	Toneladas de biomasa de pie menor que son aprovechables de todas las sp (arbol completo - raíces)
ESTRATO 1	61419,732	13979,46617	9356,306	23335,772	1631,273	738,855
ESTRATO 2	106417,653	23802,555	16066,4873	39869,043	5002,516	2037,904
ESTRATO 3	28505,474	6863,89	2953,321	9817,2123	2481,287	910,176
ESTRATO 5	24542,497	5087,884	206,881423	5294,765	1195,182	416,494
ESTRATO 6	2296,703	5087,884	247,305	591,883	329,817	106,945
ESTRATO 7	42,496	5087,884	11,8166	14,8435	12,9293	4,07
TOTAL	223182,059	5087,884	28830,302	78908,677	10653,007	4214,446

Tabla nº 25. Toneladas de las distintas fracciones de BRF por estratos y totales.

Fuente: AIDIMA (2010), elaborado a partir de datos del IFN3.

Los datos de la presente tabla quedan reflejados de forma más gráfica en el siguiente gráfico:

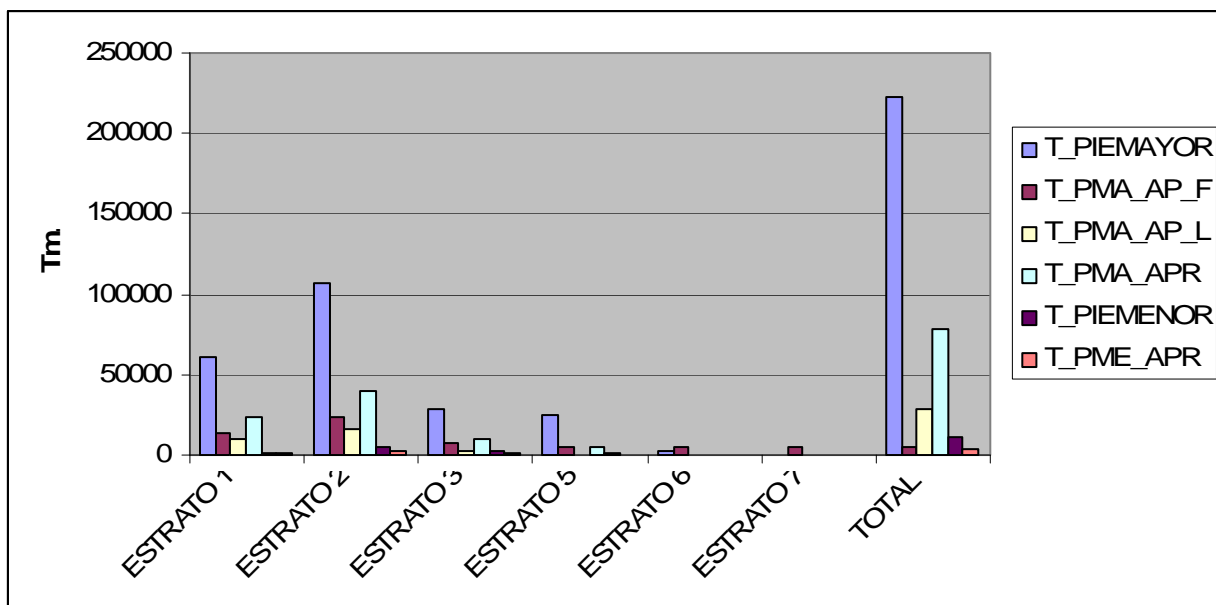


Figura nº 13. Gráfico Toneladas de las distintas fracciones de BRF por estratos y totales.

	Pies mayores	Pies menores	Total
Toneladas de Biomasa Forestal Total	223.182,061	10.653,007	233.835,069
Toneladas de Biomasa Residual Forestal Aprovechables.	78.908,677	4.214,446	83.123,123

Tabla nº 26. Toneladas de Biomasa Residual Forestal Total y Aprovechable.
Fuente: AIDIMA (2010), elaborado a partir de datos del IFN3.

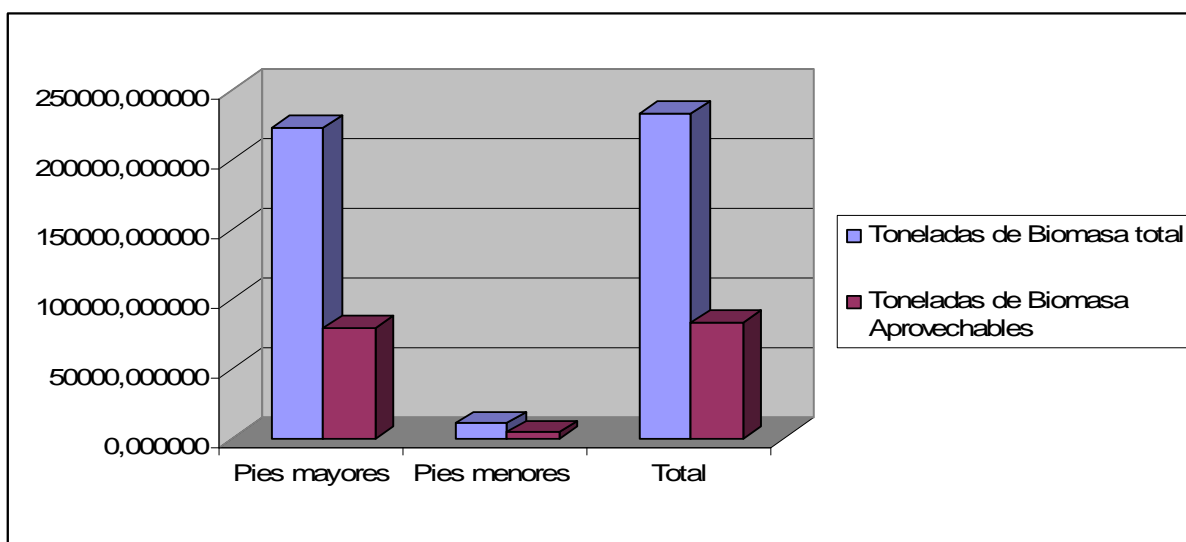


Figura nº 14. Gráfico Toneladas de Biomasa Residual Forestal Total y Aprovechable.

En cuanto a la posibilidad, se expone una tabla en donde se expone por estratos las posibilidades de los mismos aprovechados en el TM de Enguera. Las posibilidades totales se detallan parcialmente para aprovechamiento para madera, y para BRF en fustal, latizal y pies menores. También se expone el total de BFR y por último el total de BFR aprovechable.

	ESTRATO	ESPECIE	TURNO	POSIBILIDAD MADERA TOTAL	POSIBILIDAD FUSTAL TOTAL	POSIBILIDAD LATIZAL TOTAL	POSIBILIDAD PIES MENORES TOTAL	POSIBILIDAD BIOMASA TOTAL	POSIBILIDAD REAL APROVECHABLE
ESTRATO 1	1	<i>P_h</i>	85	1335,256	405,829	310,881	98,179	814,890	513,901
ESTRATO 2	2	<i>P_h</i>	85	2400,888	732,180	566,422	256,410	1555,013	1056,337
ESTRATO 3	3	<i>P_h</i>	85	712,207	217,210	106,995	104,319	428,525	276,735
ESTRATO 5	5	<i>Ph y P pr</i>	85	713,618	129,053	8,068	49,483	186,605	125,618
ESTRATO 6	6	<i>Ph y P pr</i>	85	61,311	10,450	8,773	11,281	30,504	21,001
ESTRATO 7	7	<i>Ph y P pr</i>	85	0,220	0,077	0,406	0,351	0,836	0,669
TOTAL				5223,503	1494,801	1001,547	520,026	3016,375	1994,262

Tabla nº 27. Posibilidad de las distintas fracciones, Posibilidad total y Posibilidad aprovechable. Fuente: AIDIMA (2010), elaborado a partir de datos del IFN3

La tabla anterior se refleja de forma más gráfica a continuación:

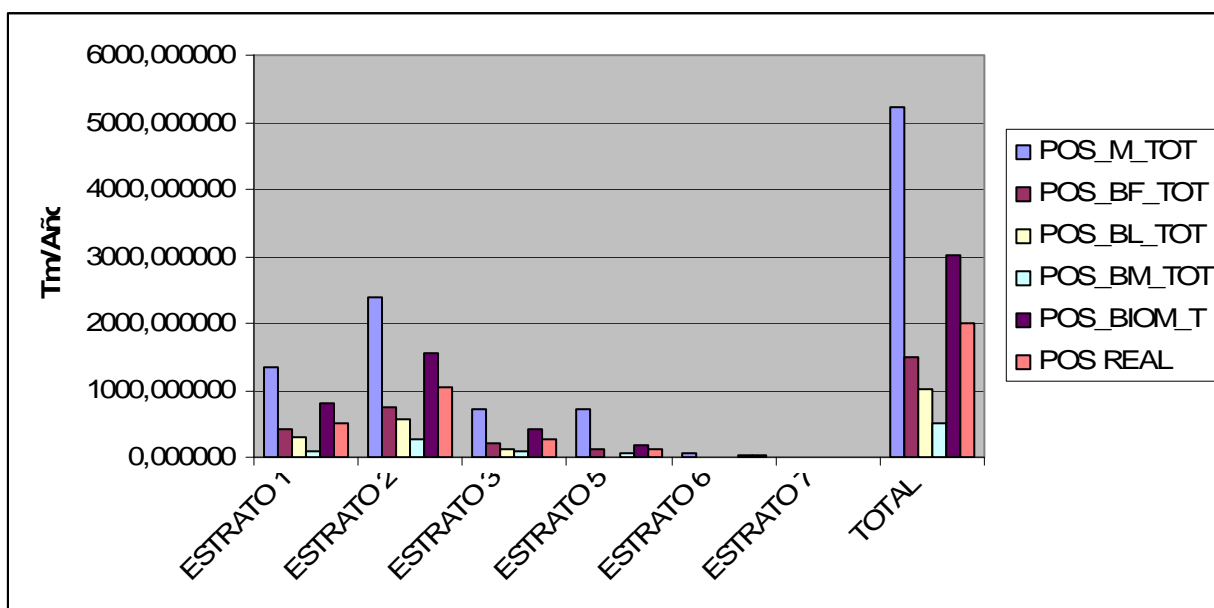


Figura nº 15. Gráfico Posibilidad de las distintas fracciones, Posibilidad total y Posibilidad aprovechable.

4.1.2- Existencias de biomasa residual agrícola.

En el presente apartado se exponen los resultados del cálculo de existencias de BRA aprovechable en el TM de Enguera, por cultivos según las superficies, según la metodología expuesta en el correspondiente apartado anterior.

Cultivos	No Prod Secano (Ha.)	Prod Secano (Ha.)	No Prod Regadío(Ha.)	Prod Regadío(Ha.)	SECANO (Ha.)	REGADIO (Ha.)	TOTAL(Ha.)	Ratio Residuo_ Superficie/Año (Tn/ha)	BRA (Tn)
OLIVAR	73	1860	31	132	1933	163	2096	1,7	3563,2
ALMENDRO	36	0	0	0	36	0	36	3	108
CITRICOS	0	0	43	169	0	212	212	2	424
UVA TRANSF. CULTIVO UNICO	2	91	0	20	93	20	113	4,1	463,3
VIÑEDO ASOCIADO	0	1	0	0	1	0	1	4,1	4,1
VIÑEDO DE UVA PARA VINO	0	1	0	0	1	0	1	4,1	4,1
TOTAL									4566,7

Tabla nº 28 . Producción de Biomasa Residual Agrícola.

Fuente: Elaboración Propia.

Restando al total de BRA las 471,2 Tm. pertenecientes al cultivo del viñedo, ya que éstas pertenecen a Bodegas Enguera y se trituran como abono orgánico en sus fincas, quedarían un total de **4095,5 Tm.** de BRA aprovechables.

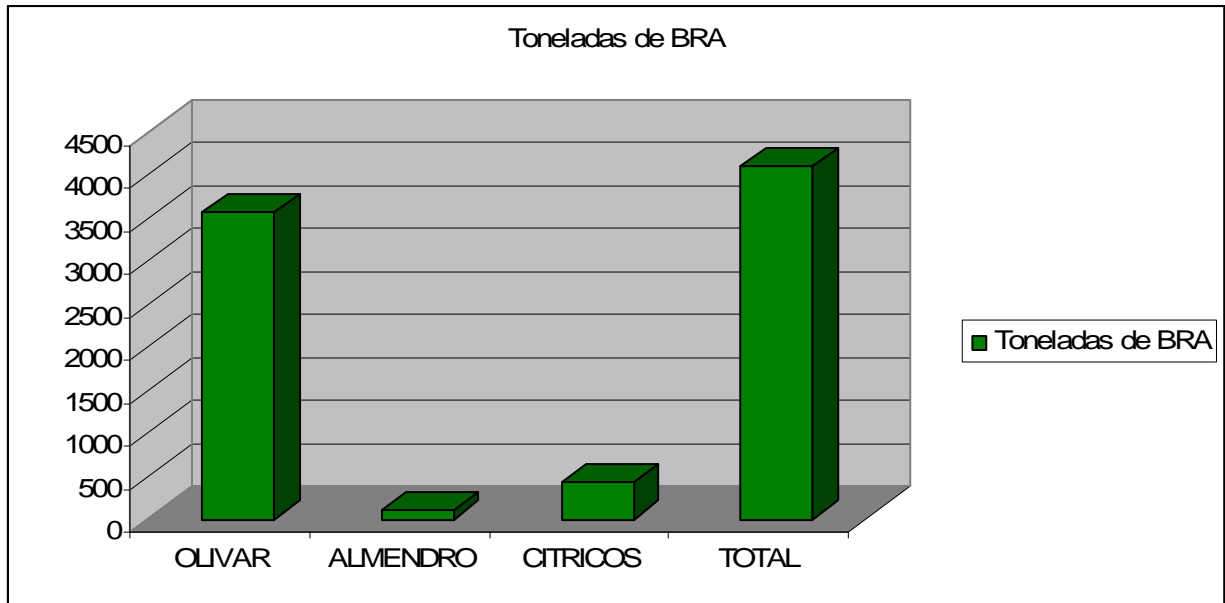


Figura nº 16. Toneladas de Biomasa Residual Agrícola.

Como puede observarse en el gráfico la mayor fuente de producción de Biomasa Residual Agrícola es el cultivo del olivar, que presenta casi 3600 Tm. de producción anual. El siguiente cultivo en peso específico es el cultivo de cítricos que sigue al olivar muy de lejos con no llega a 500 Tm./año. Y por último y de forma simbólica nos aparece el cultivo del almendro que está en franco retroceso en la localidad y que presenta unas 100 Tm./año de BRA.

4.1.3- Existencias de biomasa residual industrial.

En el presente apartado se exponen las existencias anuales de BRI, correspondientes a los alpechines generados en la almazara de la Cooperativa del Campo de Enguera, que son la única fuente aprovechable de Biomasa Forestal Industrial del municipio. Al total de las toneladas producidas se le resta el 65 % por la saturación de humedad que presentan los mismos.

	Toneladas Brutas	Toneladas al 35 % de Humedad
BRI	5000	1750

Tabla nº 29. Producción de Biomasa Residual Industrial.
Fuente: Elaboración Propia.

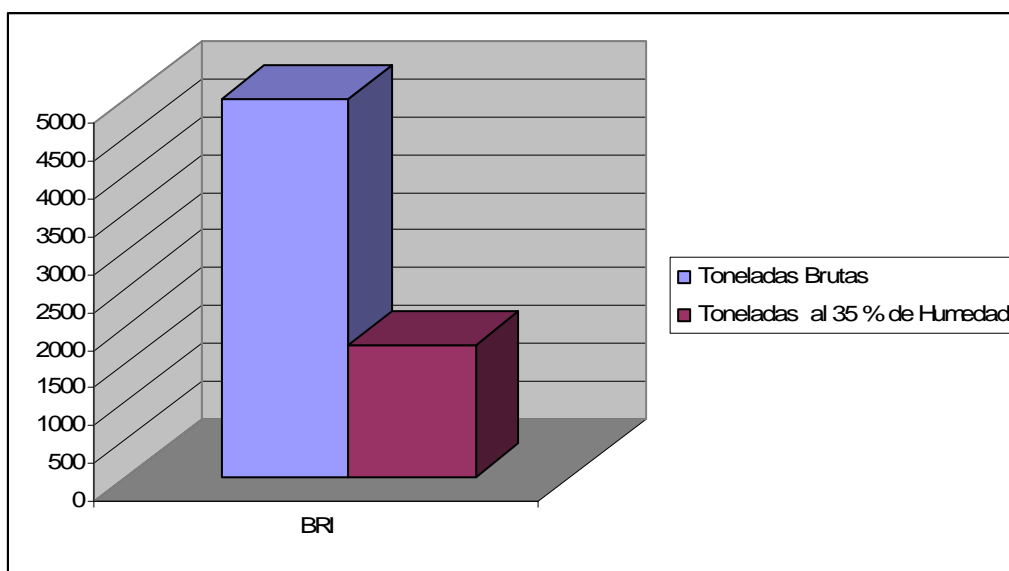


Figura nº 17. Producción de Biomasa Residual Industrial.

4.2- Sistemas de Aprovechamiento y logísticos representativos.

4.2.1 Elección de Sistemas de Aprovechamiento y logísticos en BRF.

En los tres sistemas de aprovechamiento estimados en el presente estudio la forma de operar será la siguiente:

- Monte Bravo: Aprovechamiento del árbol completo.
- Claras en latizal: Aprovechamiento del fuste y ramas gruesas para biomasa. La copa se divide en copa de luz que se triturará en monte para su retorno al ciclo de nutrientes del suelo y la copa de sombra que será astillada para aprovechamiento biomásico.
- Cortas en fustal (apeo integral): El proceso será el de apeo, despunte y desrame. Los fustes que reúnan las condiciones serán aprovechados para aprovechamiento maderable y los que no para biomasa. El resto del árbol será utilizado para BFR.

La elección de los sistemas de aprovechamiento y logísticos empieza por la primera de las posibles operaciones a realizar según clases de edad, que es la de “Limpieza de Monte Bravo”. Para ello es conveniente analizar la siguiente tabla en la que se exponen las distintas opciones para la limpieza de monte bravo y con una pendiente del terreno superior al 25 %.

Precios en €/Tm.

PENDIENTE >25%	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	OPCIÓN E
Motosierra	10	10		10	
Tractor de ruedas					
Tractor de cadenas					
Skidder	13,48	13,48		13,48	
Mulas y caballos					
Autocargador	6,71		6,71		6,71
Procesadora			18,86		18,86
Empacadora					20,83
Astilladora móvil		5,3			
Astilladora transportable	8,5		8,5	8,5	
Camión de 3 ejes					
Camión con contenedor multilift	7	7	7	7	7
TOTAL (€/Tm)	45,69	35,78	41,07	38,98	53,4
REDIMIENTO MEDIO (m3/h)	4	4	7,5	4	7,5

Tabla nº 30. Limpieza de Monte Bravo pendiente > 25%. Fuente: Elaboración Propia.

Como puede verse claramente en este caso la opción más económica es la opción B, seguida por la opción D que es alrededor de 3 €/Tm. más cara. Por una parte la opción B es la más económica, pero dado que la astilladora transportable puede tener problemas de movilidad en estas pendientes y que las características de la masa también

pueden influir negativamente en la movilidad y rendimiento de la misma, parece ser más razonable la opción D que presenta un astillado con astilladora transportable a pie de pista, y que además presenta unos rendimientos parejos a la opción B. El resto de opciones se descuelgan en cuanto a costes pero, hay algunas como la opción B que utiliza la procesadora o la opción E que utiliza el método de empacado, que obtienen unos rendimientos medios bastante superiores a las demás opciones aunque requieren una inversión inicial muy superior a las demás opciones.

Así pues se puede concluir que en el presente caso la opción más adecuada sería la opción D, dadas las ventajas que presenta en este caso el astillado a pie de pista, además de haber sido constatado en campo la eficacia de la presente opción en el TM de Enguera.

El siguiente caso como se puede observar en la tabla es el de “Limpieza de Monte Bravo”, con una pendiente inferior al 25 %.

PENDIENTE <25%	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	OPCIÓN E
Motosierra	7,27	7,27		7,27	
Tractor de ruedas					
Tractor de cadenas					
Skidder	9,8	9,8		9,8	
Mulas y caballos					
Autocargador	5,05		5,05		5,05
Procesadora			15,9		15,9
Empacadora					14,7
Astilladora móvil		4			
Astilladora transportable	8,5		8,5	8,5	
Camión de 3 ejes					
Camión con contenedor multilift	7	7	7	7	7
TOTAL (€/Tm)	37,62	28,07	36,45	32,57	42,65
REDIMIENTO MEDIO (m3/h)	5,5	5,5	8,9	5,5	8,9

Tabla nº 31. Limpieza de Monte Bravo pendiente < 25%. Fuente: Elaboración Propia.

En este caso la opción más económica como puede verse es la opción B, seguida de la opción D por un escaso margen de coste. En cuanto a rendimientos medios siguen siendo las opciones C y D las que presentan un rendimiento mayor, pero con la exigencia de una mayor inversión inicial que el resto de opciones.

En el caso del TM de Enguera y dadas las comprobaciones hechas en campo, parecen ser las opciones C y D las más adecuadas, pudiendo presentar ligeras ventajas la opción D sobre la C, dada la comodidad y el alto rendimiento obtenido en el astillado a pie de pista.

El segundo tipo de operaciones a realizar en el caso de Enguera sería la de “Claros en Latizal”. Este apartado merece especial atención dadas las condiciones de la masa en Enguera, ya que gran parte de la masa sobre la que potencialmente se puede actuar son bosques de latizal.

Así pues en este caso se empezará como siempre por aquellas masas que presenten una pendiente superior al 25 %, y para ello se puede observar la tabla de costes y rendimientos expuesta para tal caso a continuación.

PENDIENTE >25%	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	OPCIÓN E
Motosierra	8,51	8,51		8,51	
Tractor de ruedas					
Tractor de cadenas					
Skidder	13,04	13,04		13,04	
Mulas y caballos					
Autocargador	15		15		15
Procesadora			18,86		18,86
Empacadora					20,83
Astilladora móvil		14,45			
Astilladora transportable	9,5		9,5	9,5	
Camión de 3 ejes					
Camión con contenedor multilift	7	7	7	7	7
TOTAL (€/Tm)	53,05	43	50,36	38,05	61,69
REDIMIENTO MEDIO (m3/h)	4,7	4,7	7,5	4,7	7,5

Tabla nº 32. Claras en Latizal pendiente > 25%. Fuente: Elaboración Propia.

Como puede observarse analizando la tabla, la opción más económica es la opción D, presentando una clara ventaja en cuanto a costes se refiere, con respecto a las demás opciones. En cuanto a rendimientos siguen siendo las opciones C y E las de mayores rendimientos, pero con unas inversiones iniciales elevadas. Además cabe decir, que dadas las contrastaciones en campo realizadas, para el caso de Enguera parece ser la opción D en este caso la más razonable.

En cuanto a “Claras en latizal”, con pendientes inferiores al 25 %, se puede analizar la siguiente tabla de costes y rendimientos en la cual se decidirá la opción más adecuada para este caso.

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

PENDIENTE <25%	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	OPCIÓN E
Motosierra	6,66	6,66		6,66	
Tractor de ruedas					
Tractor de cadenas					
Skidder	6,52	6,52		6,52	
Mulas y caballos					
Autocargador	4,7		4,7		4,7
Procesadora			15,9		15,9
Empacadora					14,7
Astilladora móvil		14,45			
Astilladora transportable	9,5		9,5	9,5	
Camión de 3 ejes					
Camión con contenedor multilift	7	7	7	7	7
TOTAL (€/Tm)	34,38	34,63	37,1	29,68	42,3
REDIMIENTO MEDIO (m3/h)	6	6	8,9	6	8,9

Tabla nº 33. Claras en Latizal pendiente < 25%. Fuente: Elaboración Propia.

Puede observarse que la opción más económica, sigue siendo la opción D, con una clara ventaja de costes, no así en cuanto a rendimientos se refiere, siendo las opciones C y E las que presentan unos mayores rendimientos medios, pero como ya se sabe con una inversión inicial mucho más elevada que el resto de opciones.

En el caso de Enguera, y según se ha constatado en campo se puede decir que la opción D es de forma clara la más razonable para este tipo de masa y pendiente.

El tercer caso a analizar en cuanto a operaciones en tipo de masa sería en el “Cortas en Fustal”, y siguiendo con la misma metodología, se analizará primero la opción de pendientes superiores al 25 % y posteriormente la de pendientes inferiores al 25 %.

En el primer caso, “Cortas en Fustal”, con pendientes superiores al 25 % se expone la tabla de costes y rendimientos según las distintas opciones.

PENDIENTE >25%	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	OPCIÓN E
Motosierra	5,7	5,7		5,7	
Tractor de ruedas					
Tractor de cadenas					
Skidder	12,72	12,72		12,72	
Mulas y caballos					
Autocargador	11,29		11,29		11,29
Procesadora			18,86		18,86
Empacadora					20,83
Astilladora móvil		14,45			
Astilladora transportable	9,5		9,5	9,5	
Camión de 3 ejes					
Camión con contenedor multilift	7	7	7	7	7
TOTAL (€/Tm)	46,21	39,87	46,65	34,92	57,98
REDIMIENTO MEDIO (m3/h)	7	7	7,5	7	7,5

Tabla nº 34. Cortas en Fustal pendiente > 25%. Fte: Elaboración Propia.

En el presente caso puede observarse que sigue siendo la opción D, claramente la más rentable en cuanto a costes, y en cuanto a rendimientos siguen siendo las opciones C y D las de mayor rendimiento pero en este caso con rendimientos sensiblemente mayores al resto de opciones, lo cual haría que estas dos opciones quedaran descartadas en el caso de Enguera. La opción B también presenta unos costes y rendimientos razonables, siendo los rendimientos parejos a la opción D y los costes 5 €/Tm. superiores a la opción D. Por todo esto parece ser la opción D la más rentable en este caso, además de contar con las garantías de la constatación en campo de la misma.

En el caso de “Cortas en fustal” con pendientes inferiores al 25 % se puede ver que la opción D, la más rentable en cuanto a costes quedando los rendimientos muy igualados entre las distintas opciones. Cabe decir pues en este caso que la opción D será la mejor en el presente caso adaptado al TM de Enguera, y que al igual que el resto de casos y opciones se ha podido corroborar en campo.

PENDIENTE <25%	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	OPCIÓN E
Motosierra	4,7	4,7		4,7	
Tractor de ruedas					
Tractor de cadenas					
Skidder	6,5	6,5		6,5	
Mulas y caballos	10,01		10,01		10,01
Autocargador			15,9		15,9
Procesadora					
Empacadora					14,7
Astilladora móvil		14,45			
Astilladora transportable	9,5		9,5	9,5	
Camión de 3 ejes					
Camión con contenedor multilift	7	7	7	7	7
TOTAL (€/Tm)	37,71	32,65	42,41	27,7	47,61
REDIMIENTO MEDIO (m3/h)	8,5	8,5	8,9	8,5	8,9

Tabla nº 35. Cortas en Fustal pendiente < 25%. Fuente: Elaboración Propia.

Para concluir el presente análisis se puede decir que a la vista de los resultados parece que la opción D, es la más adecuada en la mayoría de los casos para la extracción de la biomasa forestal residual en el TM de Enguera, pudiendo ser sustituida en alguno de los casos por la opción B, como es el caso de “Limpieza de Monte Bravo”, en el cual podría estudiarse la posible inclusión de la misma.

Para finalizar el presente apartado, e independientemente de las opciones de saca de la biomasa bruta del monte que se han barajado, cabe destacar, que según las experiencias realizadas en la Comunidad de Castilla-León (*Tolosana et al.*), si la distancia entre los rodales de actuación y la planta de procesado no supera los 20 Km. resulta bastante rentable, el transporte del árbol completo a planta, para una vez allí proceder a su astillado y procesado conveniente. Este caso puede ser bastante interesante, en el TM de Enguera, en el caso de montes regenerados de forma natural y si se diese el caso de la instalación de una planta de procesado de biomasa, ya que la mayoría de las distancias del TM a planta en raras ocasiones superarían los 20 Km.

4.2.2 Elección de Sistemas de Aprovechamiento y logísticos en BRA.

Para elegir la mejor opción de las propuestas en el apartado anterior se ha realizado un matriz multicriterio ya que dada la falta de experiencia en este sector (Valorización de Biomasa Agrícola), se carecen de gran cantidad de datos de precios y rendimientos, por lo que hacer una elección del mismo estilo que en la biomasa forestal con garantías es bastante complicado y en algunos casos imposible.

Para ello se han definido alternativas y criterios.

- Alternativas: corresponden a las opciones citadas en el apartado de logística.
 1. Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación manual astilladora
 2. Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación mecánica astilladora
 3. Poda manual + Alineación manual + Concentración mediante pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación manual astilladora
 4. Poda manual + Alineación manual + Concentración mediante pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica
 5. Poda manual + Alineación manual + concentración con pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación manual astilladora
 6. Poda manual + Alineación manual + concentración con pala, rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica astillador
 7. Poda manual + Alineación manual + alimentación sistema pick up
 8. Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora + Alimentación manual astilladora
 9. Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica astilladora
 10. Poda manual + Alineación con barredora + Concentración con tractor autocargador + Alimentación manual astilladora
 11. Poda manual + Alineación con barredora + Concentración con tractor autocargador + Alimentación mecánica astilladora
 12. Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Alimentación pick up astilladora

- Criterios: quedan definidos por los parámetros que influyen en el proceso de logística.
 1. Rendimiento del proceso
 2. Coste fijos: número de máquinas necesaria en cada alternativa
 3. Costes de operación: coste de la maquinaria necesaria
 4. Trabajo manual
 5. Tamaño parcela
 6. Distancia
 7. Accesibilidad
 8. Pendiente

La valoración que se le ha dado a cada criterio es la siguiente:

- 0 = nada importante
- 1 = muy poco importante
- 3 = poco importante
- 5 = importancia media
- 7 = algo importante
- 9 = muy importante

Por ultimo, se realizó una ponderación de los criterios citados mediante un grupo multidisciplinar. Los valores acordados para ponderar cada criterio fueron los siguientes:

Criterio	Ponderación
Rendimiento	0,27
Costes fijos	0,23
Costes operación	0,20
Coste trabajo manual	0,15
Tamaño de la parcela	0,08
Distancia	0,04
Accesibilidad	0,02
Pendiente	0,01
Total	1

Tabla nº 36. Criterios de Ponderación 1. Fte: Elaboración Propia.

La tabla final que resulta de combinar alternativas y criterios, ya valorada y ponderada es la siguiente:

Alternativa	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8	Total
1	1,35	2,07	1,8	0,75	0,08	0,04	0,02	0,01	6,12
2	1,89	2,07	1,8	0,75	0,08	0,04	0,02	0,01	6,66
3	0,27	1,15	1,8	0,75	0,4	0,02	0,1	0,05	4,54
4	1,35	1,15	1,8	0,75	0,4	0,02	0,1	0,05	5,62
5	0,27	1,15	1,8	0,75	0,4	0,02	0,1	0,05	4,54
6	1,35	1,15	1,8	0,75	0,4	0,02	0,1	0,05	5,62
7	2,43	2,07	0,6	0,75	0,08	0,04	0,02	0,09	6,08
8	0,81	0,23	1,4	1,35	0,72	0,36	0,18	0,05	5,1
9	1,89	0,23	1,4	1,35	0,72	0,36	0,1	0,05	6,1
10	0,81	0,23	0,2	1,35	0,72	0,36	0,18	0,05	3,9
11	1,89	0,23	0,2	1,35	0,72	0,36	0,18	0,05	4,98
12	2,43	1,15	0,6	1,35	0,4	0,02	0,1	0,09	6,14

Tabla nº 37. Tabla final de combinación de alternativas y criterios 1. Fte: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la tabla anterior las alternativas que obtienen la mejor puntuación son la alternativa nº 2 (**Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación mecánica astilladora**), seguida por la alternativa nº 12 (**Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Alimentación pick up astilladora**), la alternativa nº1 sería la siguiente en puntuación,

pero tendría el inconveniente de que prácticamente todos los procesos de la misma son manuales, lo que retrasaría bastante las tareas. La alternativa nº 9 (Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica astilladora), también aparece valorada casi de forma pareja a las dos anteriores, siendo una opción bastante interesante por la sencillez de la maquinaria a utilizar, y los rendimientos obtenidos. También cabe destacar la alternativa nº 7 que se diferencia de la nº 12 en que la alineación es manual, pero la alimentación y astillado es mediante sistema pick up igual.

Del presente análisis se puede concluir que la alternativa más viable puede ser la **nº 2 (Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación mecánica astilladora)**, pero teniendo muy en cuenta las **alternativas nº 7 y 12 que incorporan sistemas pick up** novedosos en el mercado pero de gran versatilidad, con la ventaja de que con ellos se elimina la fase de concentración.

Para un sistema mecanizado con maquinaria más tradicional se elegiría la alternativa nº 9 (Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Concentración con pala rastrillo o sarmentadora + Alimentación mecánica astilladora).

Para la elección del sistema logístico, igual que en el sistema de aprovechamiento, se ha realizado un matriz multicriterio.

En este caso, las alternativas propuestas y los criterios valorados son los siguientes:

- Alternativas
 1. Transporte en remolque
 2. Transporte en camión

- Criterios
 1. Cantidad de biomasa obtenida
 2. Distancia
 3. Costes fijos
 4. Costes de operación
 5. Rendimientos
 6. Accesibilidad
 7. Pendiente

La valoración de los criterios se mantiene igual que en el ejercicio realizado para el aprovechamiento, mientras que los criterios han sido ponderados, por el mismo equipo multidisciplinar, de la siguiente forma:

Criterio	Ponderación
Cantidad de biomasa	0,27
Distancia	0,23
Costes fijos	0,20
Costes de operación	0,15
Rendimiento	0,09
Accesibilidad	0,04
Pendiente	0,02

Tabla nº 38. Criterios de Ponderación 2. Fte: Elaboración Propia.

La tabla resultante, combinando criterios y alternativas, ya valorados y ponderados, es la siguiente:

Alternativa	Criterio1	Criterio2	Criterio3	Criterio4	Criterio5	Criterio6	Criterio7	Total
1	1,35	2,07	1	0,75	0,27	0,36	0,14	5,94
2	2,43	1,15	1,8	1,35	0,81	0,2	0,1	7,84

Tabla nº 39. Tabla final de combinación de alternativas y criterios 2.

Fte: Elaboración propia.

En la tabla anterior, se puede apreciar que la alternativa mejor valorada es la alternativa nº2 de transporte con camión, parece ser la más viable sobre todo cuando los desplazamientos son superiores al ámbito local, o los desplazamientos dentro del término municipal como es el caso de Enguera son grandes. Solo sería planteable la alternativa nº1 cuando los accesos a los terrenos de cultivo fueran muy complicados, siendo mas favorables a la entrada de un tractor con remolque.

4.2.3 Elección de Sistemas de Aprovechamiento y logísticos en BRI.

En el caso de la recogida de los alpechines o alpeorujos de la Almazara de la Cooperativa del Campo de Enguera, el sistema es único y sencillo, se trataría de la recogida mediante una pala cargadora y se transportaría con camiones con contenedores multilift a las zonas de acopio y secado.

4.3- Sistema integrado de logística avanzada en la cadena monte-energía.

El sistema integrado de logística avanzada en la cadena monte-industria que se propone para el caso del aprovechamiento en Enguera es el que articula las opciones logísticas seleccionadas para el aprovechamiento de BRF, BRA y BRI, en los apartados anteriores y que se puede reducir a integrar cada una de las opciones seleccionadas según las condiciones fisiográficas de las parcelas de aprovechamiento, las condiciones de la red viaria en cada caso, la demanda de biomasa y la política de costes.

Así pues se pretende integrar las opciones de astillado fijo en cargadero, astillado móvil, transporte de árbol completo y transporte de biomasa bruta. Utilizando cada opción en el caso más apropiado, que evidentemente se decidirá con las correspondientes contrastaciones en monte o campo antes de empezar a realizar el aprovechamiento, siendo fundamental la experiencia de los técnicos y personal que dirija los mismos.

De esta forma en la figura siguiente se refleja de forma gráfica y esquemática la integración de las cuatro opciones de aprovechamiento y logísticas para el caso del TM de Enguera.

En el caso de la BRA, es más sencillo dado que las condiciones fisiográficas y las vías de comunicación no van a ofrecer ningún tipo de dificultad. Así pues en este caso la integración de los sistemas de aprovechamiento y logísticos se basarán solamente en elegir una de las dos opciones seleccionadas para tal fin.

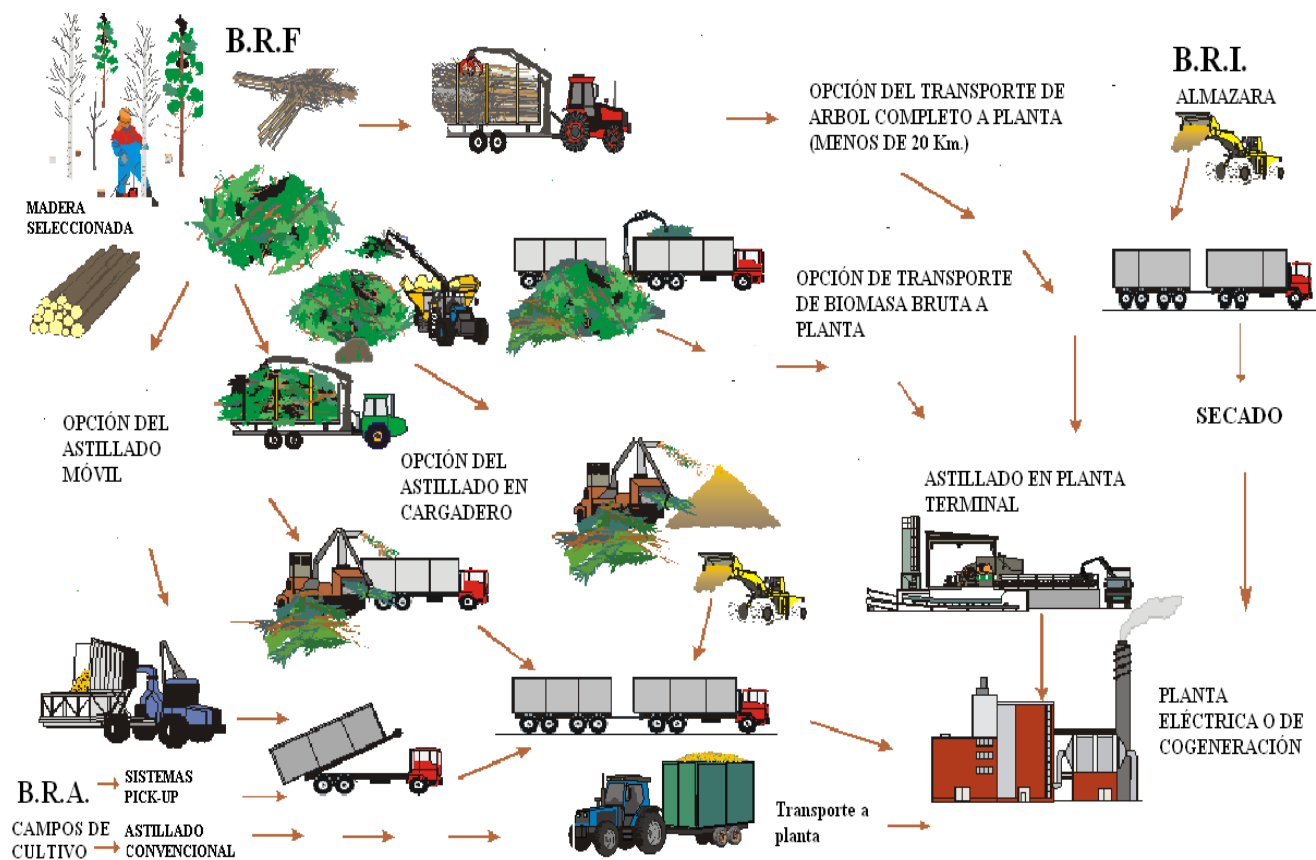


Figura nº 18. Sistema integrado de logística avanzada en la cadena monte-energía. Fuente: Adaptado de Tolosana, 2009.

4.4- Plan de Aprovechamiento Integral a nivel municipal.

En el presente apartado se pretende la realización de un plan de aprovechamiento integral de los tres tipos de biomasa residual que hay en el municipio de Enguera en vistas a la obtención de una previsión de las existencias de biomasa anual realmente aprovechable para un periodo de 20 años, teniendo en cuenta la estacionalidad en la obtención de la misma a lo largo del año.

Las existencias anuales de Biomasa en el TM de Enguera, integradas en su total aparecen representadas de forma gráfica en la siguiente figura, en donde se puede apreciar el aporte en Toneladas/año de cada tipo de biomasa residual distinto. Para la obtención del total anual de biomasa residual se realiza el sumatorio de las tres tipologías de biomasa existentes en Enguera:

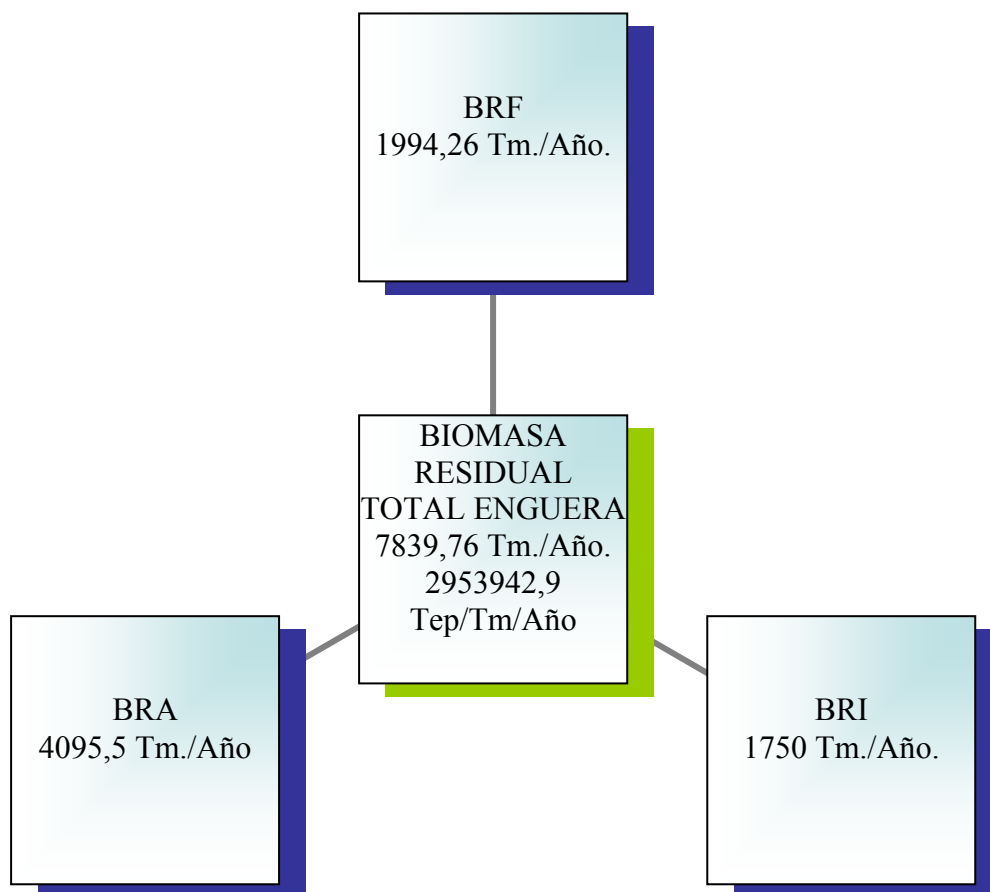


Figura nº 19 . Produccion de Biomasa Residual en Enguera. Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el total anual de obtención de Biomasa residual es de **7839,76 Toneladas** anuales, lo que equivale a 2.953.942,9 Tep/Tm/Año. Teniendo en cuenta que la cantidad anual sea constante, ya que las podas agrícolas son y la producción de alpechines se ha obtenido de sacar una media anual con los datos facilitados por la Cooperativa del campo de Enguera, se puede afirmar que para un periodo de 20 años el total de producción de biomasa residual será de **156.795,2 Toneladas** anuales, que equivaldrán a 59.078.858,7 Tep/Tm cantidad que a priori parece ser bastante aceptable.

Otro aspecto a tratar a la hora de realizar la gestión del recurso biomásico en Enguera, es la estacionalidad de la producción del mismo. Es decir, la producción de biomasa no será la misma a lo largo de todo el año. Las podas agrícolas se realizan en los meses de invierno, la producción de alpechín se reduce a los meses de prensado de la oliva para producción de aceite y los tratamientos silvícolas sobre la masa forestal se realizan durante todo el año a excepción de los meses de Julio, Agosto y Septiembre en donde se reduce de forma drástica la actividad debido a la normativa en materia de prevención de incendios forestales. Así pues se ha elaborado un calendario con los meses de producción de cada tipo de biomasa residual generado en el TM de Enguera, en el cual se puede apreciar que aparece casi todo el año cubierto a excepción de los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, que es donde se ralentiza o se para la producción de Biomasa Residual Forestal. Al mismo tiempo se puede observar que los meses de máxima productividad serán desde Noviembre hasta Mayo, apareciendo un pico de producción en el mes de Enero.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BRF												
BRA												
BRI												

Tabla nº 40. Estacionalidad en el aprovechamiento de Biomasa Residual. Fte: Elaboración Propia.

Cabe señalar, que apartir de los datos expuestos, sobre todo en el caso de Biomasa Residual Forestal, será necesario un proyecto de ordenación de montes, en donde se pueda organizar perfectamente le aprovechamiento forestal de la biomasa existente en el TM de Enguera, de forma totalmente sostenible y sin peligro de realizar extracciones excesivas.

5- Conclusiones.

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos al principio de este estudio, y el desarrollo del mismo, se ha llegado a las siguientes conclusiones finales:

1-Cuantificación de la Biomasa agrícola, forestal e industrial que se puede generar en el TM de Enguera.

Después de realizados los cálculos de existencias y posibilidad se concluye que se pueden obtener anualmente 1994,26 Tm. de BRF, 4095,5 Tm. de BRA y 1750 Tm. de BRI, suponiendo esto un total de 7839,76 Tm. de biomasa residual anual aprovechable. En un periodo de 20 años supondrá un volumen de 156.795,2 Tm. Estas cifras corresponden a la Biomasa Realmente Aprovechable, y por supuesto teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad.

2- Conocimiento de las estructuras agroforestales del TM de Enguera.

Así pues la tipología de biomasa que se encuentra en Enguera es biomasa residual forestal, a la que corresponden los restos de tratamiento silvícolas (restos de podas, clareos, claras...), teniendo en cuenta siempre el arbolado, la fracción arbustiva no se ha tenido en cuenta. Dentro de la BRF se tienen como especies de interés principalmente el *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* que son las especies arbóreas mayoritarias en la zona. Los pies menores se pueden aprovechar al completo para biomasa y los pies mayores solo en las fracciones citadas, seleccionando los pies que se consideren oportunos como maderables. En cuanto a BRA, se utilizarán los restos de poda de aquellas especies agrícolas, principalmente el olivo, que normalmente no se utilizan para ningún fin, suelen ser quemados por los agricultores. Como BRI se considerarán los alpechines producidos en la almazara de la Cooperativa del Campo de Enguera, que normalmente suelen suponer un residuo no utilizable, pero que convenientemente deshidratados y tratados pueden ser una fuente interesante de biomasa.

3- Estimación de los volúmenes sostenibles de Biomasa en especies de interés.

Los volúmenes sostenibles expuestos en el apartado 1, sobre los diferentes tipos de biomasa, cabe resaltar que en cuanto a Biomasa Residual Forestal pertenecerán a las especies *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* principalmente. En cuanto a la Biomasa Residual Forestal cabe resaltar que la mayoría de los volúmenes expuestos pertenecerán al cultivo de Olivo, quedando en un segundo plano el cultivo de cítricos y del almendro. Y por último, es importante citar que la totalidad de los volúmenes expuestos de Biomasa Residual Industrial pertenecen a los alpechines residuales de la Almazara de la Cooperativa del Campo de Enguera.

4- Definición, análisis y valoración de los sistemas de aprovechamiento y logística más adecuados para el suministro de la biomasa a los supuestos puntos de consumo.

Los sistemas de aprovechamiento y logísticos van a suponer en gran medida el éxito o el fracaso del proyecto de aprovechamiento biomásico, en la medida en que el acierto en la selección de los mismos garantizará un rendimiento óptimo y una reducción de los costes considerable. En Biomasa Residual Forestal se consideran tres tipos de aprovechamiento, clareos en monte bravo (regenerado, muy abundante en Enguera), claras en latizal y cortas en fustal, con pendientes superiores e inferiores al 25 % (Hay que tener en cuenta que el 95 % de la superficie forestal de Enguera presenta pendientes inferiores al 35% lo que facilita el trabajo en gran medida). En este sentido y después del análisis realizado se concluye que el aprovechamiento con astillado fijo en cargadero o el traslado de árbol completo o biomasa bruta y astillado en planta presentan ventajas sobre el astillado móvil, aunque éste se puede utilizar en algunos casos concretos. En cuanto a la logística, el traslado en camiones con contenedores multilift es el que presenta mayores ventajas, en caso de no trasladar árbol completo.

En Biomasa Residual Agrícola se simplifica bastante la cuestión quedando seleccionados después del análisis las opciones de **Poda manual + Sin alineación previa + Concentración manual + Alimentación mecánica astilladora**, seguida por la alternativa de **Poda manual + Alineación mecánica con barredora + Alimentación pick up astilladora**, pudiendo ser sustituida la alineación mecánica por la alineación manual que es bastante común en la zona. En cuanto a la logística cabe decir que en desplazamientos pequeños se puede utilizar tractor agrícola con remolque y en los largos camiones con contenedores multilift.

5- Obtención de un plan definitivo para la gestión de la Biomasa en el TM de Enguera.

Según los cálculos realizados se estima que en un periodo de 20 años supondrá un volumen de 156.795,2 Tm. de Biomasa Residual en el Término Municipal de Enguera lo que equivaldrá a 59.078.858,7 Tep/Tm.

La estacionalidad en la obtención de la biomasa propiciará que en los meses de verano se mantenga la producción prácticamente a cero, mientras que los meses invernales se mantengan unas puntas de producción bastante interesantes. Manteniéndose el resto del año la producción más o menos constante. El periodo más largo de explotación de la biomasa corresponderá a la Biomasa Residual Forestal, que será de nueve meses anuales (no habrá extracción los meses de Junio, Julio y Agosto). La Biomasa Residual Agrícola se obtendrá desde los meses de Enero hasta Abril o Mayo según evolucionen los trabajos. Y la Biomasa Residual Industrial se extraerá durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero.

La idoneidad y el acierto técnicos a la hora de elegir y de llevar a cabo los sistemas de aprovechamiento y logísticos serán fundamentales para el éxito del proyecto.

Será necesario un proyecto de ordenación de montes, en donde quede regularizado el aprovechamiento racional y sostenible de la Biomasa Residual Forestal del municipio.

6- Bibliografía.

- ALAEJOS GUTIERREZ J.; ROSA LEON M. 2008. *Estudio del potencial de biomasa en el Término Municipal de Cartaya (Huelva)*. Huelva: Departamento de ciencias agroforestales. Escuela politécnica de La Rábida.
- CABRERA, M. 1999. *Plan de Fomento de la utilización de los residuos forestales y agrícolas con fines energéticos: Evaluación de los residuos forestales y agrícolas potenciales en España*. Madrid: Tecnologías y Servicios. Agrarios, S.A. (TRAGSATEC) - I.D.A.E.
- CARRASCO GARCÍA et al. 2008. *Plan de Aprovechamiento Energético de la biomasa en las comunidades del Bierzo y Laciana (León)*. Madrid: CIEMAT. Ministerio de Educación y Ciencia.
- CIRCE.2006. *Evaluación del potencial de biomasa residual en los ecosistemas forestales y los medios agrícolas en la provincia de Huesca*. Huesca: Becas de Investigación Félix de Azara.
- DIAS, J. y AZEVEDO, J.L.T. (2002). Evaluation of biomass residual in Portugal mainland. *Proceedings of the Conference on New and Renewable Energy Technologies for Sustainable Development*, 24-26 June 2002, pp. 215-228.
- DI BLASI, C., TANZI, V., LANZETTA, M. (1997). A study on the production of agricultural residues in Italy. *Biomass & Bioenergy* 12 (5), pp. 321-331.
- DIPUTACIÓN DE ÁVILA. 2006. *Estudio sobre el potencial de aprovechamiento de biomasa en la provincia de Ávila*. Avila: Diputación de Ávila.
- IDAE. 2007. *Energía de la Biomasa*. Madrid: Instituto para la Diversificación Técnica y Ahorro de la Energía.
- IDAE. 2005 . *Plan de energías renovables 2005-2010*. Madrid: Instituto para la Diversificación Técnica y Ahorro de la Energía.
- IDAE.2007. *Biomasa: maquinaria agrícola y forestal*. Madrid: Instituto para la Diversificación Técnica y Ahorro de la Energía.
- IDAE.2008. *Biomasa: Experiencias con biomasa agrícola y forestal para uso energético*. Madrid: Instituto para la Diversificación Técnica y Ahorro de la Energía.
- INFORME DEL SECTOR AGRARI VALENCIÀ 2009. Conselleria de Agricultura, Pesca i Alimentació
- LIFE+ Best4VarioUse 2009-2011. Best Practices and Technologies to Develop Green Wastes and Residues as Raw Materials for Variants of Utilization.
- MARM 2007. *Estrategia Española para el desarrollo del uso de la biomasa forestal residual*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino .
- MONTERO, G. et al. 2005. *Producción de Biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles*. Madrid: Monografías INIA. M.M.A.
- NIETO ZAS, L. Y FERNÁNDEZ ESTÉVEZ, B. 2003. *Análisis de la posibilidad de las principales especies maderables gallegas*. La Coruña: FESERMAGA.
- RODRIGUEZ, F. et al. 2008. *Densidad normal de la madera de las principales especies forestales de Castilla y León*. Madrid: CESEFOR.
- SERRADA, R.; MONTERO, G. Y REQUE, J.A. 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. Madrid: INIA.
- SORIANO CEBRIAN, E. 2007. *Caracterización de la biomasa residual forestal y agrícola de la C.V.* Valencia: PFC. UPV.

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

TOLOSANA ESTEBAN, E. 2004. *El aprovechamiento maderero*. Madrid: Ed. Mundi prensa.

TOLOSANA ESTEBAN, E. 2009. *Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de Biomasa forestal*. Madrid: Ed. Mundi prensa.

TOLOSANA ESTEBAN E.; AMROSIO TORRIJOS Y.; LAINA REDAÑO R.; MARTINEZ FERRARI. 2008. *Sistemas de aprovechamiento de biomasa en Castilla y León*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes – Escuela Universitaria Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid: Ed. . Universidad Politécnica de Madrid

TOLOSANA ESTEBAN E., MARTÍNEZ FERRARI R.,LAINA R., AMBROSIO Y., CUESTA R., MARTÍN M., VENTA M. 2009, *Manual de las buenas Prácticas para el aprovechamiento de Biomasa Forestal en las cortas de regeneración de Pinus sylvestris L y Pinus pinaster Ait.*. Madrid: Ed. Mundi prensa..

VELÁZQUEZ *et al.* 2010. Dendrometric and dasometric analysis of the bushy biomass in mediterranean forests. *Forest ecology and management* 259, pp. 875-882

VELÁZQUEZ MARTÍ, B.2006. *Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético*. Valencia: Ed. Universidad Politécnica Valencia..

VELAZQUEZ MARTI, B.2006. *Situación de los sistemas de aprovechamiento de los residuos forestales para su utilización energética*. Madrid: Ed. Ecosistemas..

VOIVONTAS, D., ASSIMACOPOULOS, D., KOUKIOS, E.G. (2001). Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method. *Biomass & Bioenergy*. 20, pp. 101-112.

ANEXO I:

Estratos definidos para la provincia de Valencia. Fuente: IFN3.

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

ANEXO II:

Elaboración de porcentajes obtenidos de los valores modulares de biomasa seca en Kg de las distintas fracciones de biomasa. Fuente: Elaborado por AIDIMA (2010) a partir de datos de Montero et al. 2005.

Especie	Biomasa Aérea					Biomasa Radical	
	Fuste	Ramas			Hojas		Total
		R >7cm	R 2-7cm	R <2cm			
Nombre Cient.							
<i>Pinus halepensis</i>	37,0%	9,8%	8,4%	21,2%	0,0%	76,4%	23,6%
<i>Pinus nigra</i>	51,1%	5,4%	8,0%	15,9%	0,0%	80,4%	19,6%
<i>Pinus pinaster</i>	61,9%	0,9%	4,1%	10,9%	0,0%	77,9%	22,1%
<i>Pinus pinea</i>	36,4%	17,7%	11,4%	13,4%	5,6%	84,5%	15,5%
<i>Pinus sylvestris</i>	56,1%	2,5%	7,0%	7,4%	5,6%	78,6%	21,4%
<i>Populus euramericana</i>	48,9%	6,4%	6,4%	6,1%	2,3%	76,0%	24,0%
<i>Quercus ilex</i>	18,4%	24,2%	12,2%	8,7%	2,0%	65,4%	34,6%
<i>Quercus faginea</i>	25,1%	24,7%	9,9%	5,5%	3,2%	68,4%	31,6%
<i>Quercus suber</i>	32,4%	30,8%	10,5%	2,4%	1,4%	77,5%	22,5%
<i>Juniperus thurifera</i>	35,8%	7,8%	14,6%	9,3%	8,5%	76,1%	23,9%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	-	-	-	-	21,8%	78,2%
<i>Ceratonia siliqua</i>	17,7%	13,1%	7,4%	7,7%	5,3%	51,2%	48,8%
<i>Olea europaea</i>	19,6%	25,0%	13,3%	9,3%	1,3%	68,6%	31,4%
<i>Fraxinus excelsior</i>	24,4%	11,7%	11,8%	9,9%	0,0%	57,8%	42,2%

Elaboración de porcentajes obtenidos de los valores modulares de biomasa seca en Kg de las distintas fracciones de biomasa para pies con un diámetro medio de 5 cm. Fuente: Elaborado por AIDIMA (2010) a partir de datos de Montero et al. 2005.

Especie	Biomasa Aérea					Biomasa Radical	
	Fuste	Ramas			Hojas		Total
		R >7cm	R 2-7cm	R <2cm			
Nombre Cient.							
<i>Pinus halepensis</i>	43,6%	0,0%	7,3%	29,1%	0,0%	80,0%	20,0%
<i>Pinus nigra</i>	44,7%	0,0%	2,2%	29,8%	0,0%	76,6%	23,4%
<i>Pinus pinaster</i>	56,8%	0,0%	2,7%	13,5%	0,0%	73,0%	27,0%
<i>Pinus pinea</i>	32,4%	0,0%	13,2%	30,9%	8,8%	85,3%	14,7%
<i>Pinus sylvestris</i>	29,2%	0,0%	10,4%	27,1%	18,8%	85,4%	14,6%
<i>Populus euramericana</i>	45,0%	0,0%	2,5%	25,0%	10,0%	82,5%	17,5%
<i>Quercus ilex</i>	15,8%	0,0%	10,5%	7,9%	2,0%	36,2%	63,8%
<i>Quercus faginea</i>	31,5%	0,0%	11,1%	11,1%	7,4%	61,1%	38,9%
<i>Quercus suber</i>	35,7%	0,0%	16,7%	2,4%	2,4%	57,1%	42,9%
<i>Juniperus phoenicia</i>	-	-	-	-	-	63,8%	36,2%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	-	-	-	-	62,1%	37,9%
<i>Ceratonia siliqua</i>	16,8%	0,0%	8,4%	12,0%	8,4%	45,5%	54,5%
<i>Olea europaea</i>	32,8%	0,0%	22,1%	17,2%	2,5%	74,6%	25,4%
<i>Fraxinus excelsior</i>	27,1%	0,0%	5,1%	15,3%	0,0%	47,5%	52,5%

ANEXO III:

Ratio residuos superficie de los principales cultivos leñosos de la Comunitat

Valenciana. Fuente: A partir de datos de diversas fuentes.

	Días y Azevedo (2000)	Di Blasi et al.(1997)	Voivontas et al. (2001)	ASINEL (1992)	MEDIA
Olivo	0,6	1,7	2,8	1,7	1,7
Almendro	1,1	1,7	6,2		3,0
Viña	3,9	2,9	6,2	3,5	4,1
Cítricos	-	-	-	2	2,0

ANEXO IV:

Tablas de precios, costes horarios, rendimientos y costes totales de maquinaria forestal. Fuente: Tolosana et al; Moixent Forestal; Prontuario Forestal; Base de datos Precios Trabajos Forestales; Elaboración Propia.

Limpeza de monte bravo.

	Pendiente	Precio compra (€)	Coste horario (€/h)	Rendimiento (Tm/h)	Rendimiento (m3/h)	Coste (€/Tm.)
Motosierra	> 25 %	850	20	2	4	10
	< 25 %	850	20	2,75	5,5	7,27
Tractor de ruedas	> 25 %	26000	42	3,87	7,77	10,85
	< 25 %	26000	42	5,3	10,6	7,92
Tractor de cadenas	> 25 %	35000	35	3,87	7,77	9,04
	< 25 %	35000	35	5,3	10,6	6,6
Skidder	> 25 %	150000	52,19	3,87	7,77	13,48
	< 25 %	150000	52,19	5,3	10,6	9,8
Mulas y caballos	> 25 %	5400	20	0,6	1,2	33,33
	< 25 %	5400	20	0,85	1,7	25,52
Autocargador	> 25 %	179000	48	7,15	14,3	6,71
	< 25 %	179000	48	9,5	19	5,05
Procesadora	> 25 %	193000	70,76	3,75	7,5	18,86
	< 25 %	193000	70,76	4,45	8,9	15,9
Empacadora	> 25 %	200000	125	6	12	20,83
	< 25 %	200000	125	8,5	17	14,7
Astilladora móvil	> 25 %	185000	120	22,5	45	5,3
	< 25 %	185000	120	30	60	4
Astilladora transportable	> 25 %	170000	120	14	120	8,5
	< 25 %	170000	120	14	120	8,5
Camión de 3 ejes	> 25 %	81000	42,5			7
	< 25 %	81000	42,5			7
Camión con contenedor multilift	> 25 %	90000	42,5			7

Claras en latizal

	Pendiente	Precio compra (€)	Coste horario (€/h)	Rendimiento (Tm/h)	Rendimiento (m3/h)	Coste (€/Tm.)
Motosierra	> 25 %	850	20	2,35	4,7	8,51
	< 25 %	850	20	3	6	6,66
Tractor de ruedas	> 25 %	26000	42	4	8	10,5
	< 25 %	26000	42	8	16	5,25
Tractor de cadenas	> 25 %	35000	35	4	8	8,75
	< 25 %	35000	35	8	16	4,37
Skidder	> 25 %	150000	52,19	4	8	13,04
	< 25 %	150000	52,19	8	16	6,52
Mulas y caballos	> 25 %	5400	20	0,6	1,2	33,3
	< 25 %	5400	20	0,85	1,7	23,52
Autocargador	> 25 %	179000	48	3,2	14,3	15
	< 25 %	179000	48	10,2	19	4,7
Procesadora	> 25 %	193000	70,76	3,75	7,5	18,86
	< 25 %	193000	70,76	4,45	8,9	15,9
Empacadora	> 25 %	200000	125	6	12	20,83
	< 25 %	200000	125	8,5	17	14,7
Astilladora móvil	> 25 %	185000	120	8,3	29,1	14,45
	< 25 %	185000	120	8,3	29,1	14,45
Astilladora transportable	> 25 %	170000	120	12,6	44,2	9,5
	< 25 %	170000	120	12,6	44,2	9,5
Camión de 3 ejes	> 25 %	81000	42,5			7
	< 25 %	81000	42,5			7
Camión con contenedor multilift	> 25 %	90000	42,5			7
	< 25 %	90000	42,5			7

Cortas en fustal

	Pendiente	Precio compra (€)	Coste horario (€/h)	Rendimiento (Tm/h)	Rendimiento (m3/h)	Coste (€/Tm.)
Motosierra	> 25 %	850	20	3,5	7	5,7
	< 25 %	850	20	4,25	8,5	4,7
Tractor de ruedas	> 25 %	26000	42	4,1	8,2	10,24
	< 25 %	26000	42	8	16	5,25
Tractor de cadenas	> 25 %	35000	35	4,1	8,2	8,5
	< 25 %	35000	35	8	16	4,37
Skidder	> 25 %	150000	52,19	4,1	8,2	12,72
	< 25 %	150000	52,19	8	16	6,5
Mulas y caballos	> 25 %	5400	20	0,6	1,2	33,3
	< 25 %	5400	20	0,85	1,7	23,52
Autocargador	> 25 %	179000	48	4,25	8,5	11,29
	< 25 %	179000	48	4,75	9,5	10,1
Taladora apiladora	> 25 %	150000	65,33			
	< 25 %	150000	65,33			
Procesadora	> 25 %	193000	70,76	3,75	7,5	18,86
	< 25 %	193000	70,76	4,45	8,9	15,9
Empacadora	> 25 %	200000	125	6	12	20,83
	< 25 %	200000	125	8,5	17	14,7
Astilladora móvil	> 25 %	185000	120	8,3	29,1	14,45
	< 25 %	185000	120	8,3	29,1	14,45
Astilladora transportable	> 25 %	170000	120	12,6	44,2	9,5
	< 25 %	170000	120	12,6	44,2	9,5
Camión de 3 ejes	> 25 %	81000	42,5			7
	< 25 %	81000	42,5			7
Camión con contenedor multilift	> 25 %	90000	42,5			7
	< 25 %	90000	42,5			7

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

Anexo V: Tablas de existencias por especies y estratos en Enguera.

PIES MAYORES	volumen con corteza fuste pie mayor de (valor medio: m3/ha)	volumen con corteza fuste pie mayor de (valor total en la tesela: m3)	densidad básica del Pinus halepensis	toneladas de fuste pie mayor	% materia seca en peso del fuste pie mayor sobre el total	toneladas de árbol completo pie mayor	% materia seca en peso de BRF pie mayor sobre el total	toneladas de biomasa residual pie mayor	% materia seca en peso de raíz pie mayor sobre el total	toneladas de raíces pie mayor	toneladas de parte aérea pie mayor	volumen con corteza de fuste pie mayor de la fracción de latizal	toneladas de fuste pie mayor de la fracción de latizal
	VCC_PH	VCCT_PH	DB_PH	T_F_PH	P_MS_F_PH	T_TOT_PH	P_MSRE_PH	T_R_PH	P_MS_R_PH	T_RA_PH	T_AER_PH	VCCL_PH	T_FL_PH
ESTRATO 1	67,962408	67,962408	0,3800	762,772700	37,00%	102485,406819	0,296432	31056,498650	23,60%	65425,377660	8,892960	7,080000	15775,519122
ESTRATO 2	31,1300123	31,130012	0,3800	3190,397800	37,00%	121119,323817	0,296432	44254,229423	23,60%	107194,027841	31,125360	24,780000	25273,520268
ESTRATO 3	12,3818613	12,381861	0,3800	1958,641600	37,00%	25413,722383	0,296432	9448,037630	23,60%	24907,170109	32,607520	25,960000	5925,431220
ESTRATO 5	9,3509722	9,350972	0,3800	281,835600	37,00%	2685,976448	0,296432	1011,573925	23,60%	2706,688641	3,260752	2,596000	645,921713
ESTRATO 6	1,862	1,862000	0,3800	94,998800	37,00%	200,554863	0,296432	72,623012	23,60%	185,523431	2,667888	2,124000	49,587374
ESTRATO 7	5,4741969	5,474197	0,3800	0,000000	37,00%	0,000000	0,296432	0,000000	23,60%	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Total <i>P.halepensis</i>	128,1614507	128,161451	0,3800	6288,646500	37,00%	251904,984331	0,296432	85842,962639	23,60%	200418,787682	78,554480	62,540000	47669,979697
	VCC_PN	VCCT_PN	DB_PN	T_F_PN	P_MS_F_PN	T_TOT_PN	P_MSRE_PN	T_R_PN	P_MS_R_PN	T_RA_PN	T_AER_PN	VCCF_PN	T_FF_PN
ESTRATO 1	0,015324	0,000000	0,48	1000,434900	51,13%	92859,897053	23,88%	27398,804939	19,60%	55539,718981	8,892960	12819,026607	7,080000
ESTRATO 2	0,0085651	0,000000	0,48	2618,218700	51,13%	99557,640582	23,88%	36060,789794	19,60%	85049,596411	31,125360	23687,542934	24,780000
ESTRATO 3	0,000000	0,000000	0,48	0,000000	51,13%	0,000000	23,88%	0,000000	19,60%	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
ESTRATO 5	24,9529042	0,000000	0,48	154,706000	51,13%	288,192231	23,88%	109,513048	19,60%	295,981210	3,260752	87,738302	2,596000
ESTRATO 6	3,4330852	0,000000	0,48	1,200200	51,13%	6,570131	23,88%	2,496650	19,60%	6,747702	0,592864	2,000235	0,472000
ESTRATO 7	0,1302491	0,000000	0,48	0,000000	51,13%	0,000000	23,88%	0,000000	19,60%	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Total <i>P.nigra</i>	28,540128	0,000000	0,48	3774,559800	51,13%	192712,299997	23,88%	63571,604430	19,60%	140892,044304	43,871936	36596,308078	34,928000
	VCC_PPR	VCCT_PPR	DB_PPR	T_F_PPR	P_MS_F_PPR	T_TOT_PPR	P_MSRE_PPR	T_R_PPR	P_MS_R_PPR	T_RA_PPR	T_AER_PPR	VCCF_PPR	T_FF_PPR
ESTRATO 1	0,3053552	0,305355	0,450000	917,703000	61,93%	81019,12289	15,03%	22899,310756	22,10%	43378,923891	8,892960	9214,177797	7,080000
ESTRATO 2	0,1553067	0,155307	0,450000	2562,070400	61,93%	90948,21439	15,03%	32789,207842	22,10%	76207,483027	31,125360	21066,457579	24,780000
ESTRATO 3	0,1898594	0,189859	0,450000	1924,078800	61,93%	23651,2575	15,03%	8769,203850	22,10%	23045,189280	30,828928	6889,857217	24,544000
ESTRATO 5	24,6571412	24,657141	0,450000	92,878700	61,93%	197,2847568	15,03%	71,380371	22,10%	182,164943	2,667888	60,233796	2,124000
ESTRATO 6	7,2844516	7,284452	0,450000	25362,000000	61,93%	3,640331102	15,03%	1,520000	22,10%	1,745200	70,306829	0,800000	14,061366
ESTRATO 7	1,2686766	1,268677	0,450000	13410,000000	61,93%	1,820165551	15,03%	0,760000	22,10%	0,872600	24,379413	0,400000	4,875883
Total <i>P. pinaster</i>	33,860791	33,860791	0,450000	44268,730900	61,93%	195821,34	15,03%	64531,382819	22,10%	142816,378941	168,201379	37231,926390	77,465249

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

	VCC_QI	VCCT_QI	DB_QI	T_F_QI	P_MS_F_QI	T_TOT_QI	P_MSRE_QI	T_R_QI	P_MS_R_QI	T_RA_QI	T_AER_QI	VCCF_QI	T_FF_QI
ESTRATO 1	0,1088864	281,106501	0,7400	1462,910200	18,40%	45540,412520	22,82%	17305,356758	34,60%	46771,234480	10,078688	13864,490579	8,024000
ESTRATO 2	0,1957936	524,540759	0,7400	2488,996600	18,40%	83686,708530	22,82%	30029,835614	34,60%	68749,720249	31,125360	18855,738043	24,780000
ESTRATO 3	0,059654	387,880904	0,7400	1752,873500	18,40%	19702,889112	22,82%	7268,823861	34,60%	18990,108228	30,532496	5687,801431	24,308000
ESTRATO 5	0,273058	8187,689723	0,7400	0,000000	18,40%	0,000000	22,82%	0,000000	34,60%	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
ESTRATO 6	0,3398839	1186,321246	0,7400	87562,000000	18,40%	11,831076	22,82%	4,940000	34,60%	5,671900	384,768684	2,600000	76,953737
ESTRATO 7	6,5543056	8,055454	0,7400	14821,000000	18,40%	1,820166	22,82%	0,760000	34,60%	0,872600	45,905935	0,400000	9,181187
Total Q. Ilex	7,531582	10575,594587	0,7400	108087,780300	18,40%	148943,661404	22,82%	54609,716232	34,60%	134517,607457	502,411163	38411,030053	143,246924

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

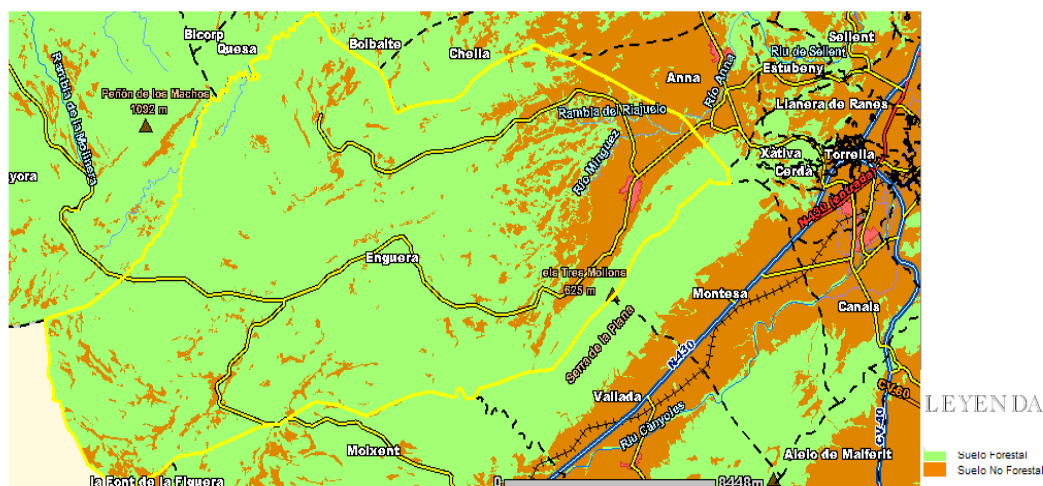
PIES MENORES	volumen con corteza fuste pie menor de Pinus halepensis (valor medio: m3/ha)	volumen con corteza fuste pie menor de Pinus halepensis (valor total en la tesela: m3)	densidad básica del Pinus halepensis	toneladas de fuste pie menor Pinus halepensis	% materia seca en peso del fuste pie menor sobre el total	toneladas de arbol completo pie menor Pinus halepensis	% materia seca en peso de raíces pie menor sobre el total	toneladas de raíces pie menor Pinus halepensis	toneladas aprovechables pie menor Pinus halepensis (arbol completo - raíces)
	VPM_PH	VPMT_PH	DB_PH	TPM_F_PH	PMSM_F_PH	TPM_TO_PH	PMSM_R_PH	TPM_RA_PH	TPM_APR_PH
ESTRATO 1	0,910082776	19,967879	0,38	12,920000	0,436	14,834200	0,200	6,800000	93,673713
ESTRATO 2	0,587290571	2293,567700	0,38	913,342462	0,436	347,070135	0,200	795,485068	20,200000
ESTRATO 3	0,285750997	1196,379700	0,38	243,876896	0,436	92,673220	0,200	212,407106	14,600000
ESTRATO 5	0,165097046	0,000000	0,38	0,000000	0,436	0,000000	0,200	0,000000	0,000000
ESTRATO 6	0,042886475	0,000000	0,38	0,000000	0,436	0,000000	0,200	0,000000	0,000000
ESTRATO 7	0,05686429	0,000000	0,38	0,000000	0,436	0,000000	0,200	0,000000	0,000000
Total P.halepensis	2,047972155	3509,915279	0,38	1170,139357	0,436	454,577556	0,200	1014,692174	128,473713
	VPM_PN	VPMT_PN	DB_PN	TPM_F_PN	PMSM_F_PN	TPM_TO_PN	PMSM_R_PN	TPM_RA_PN	TPM_APR_PN
ESTRATO 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTRATO 2	0,00068809	2159,056900	0,480000	802,14497	0,446800	304,815089	0,234000	698,636463	20,200000
ESTRATO 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTRATO 5	0,254086165	0,000000	0,480000	0	0,446800	0,000000	0,234000	0,000000	0,000000
ESTRATO 6	0,167676588	0,000000	0,480000	0	0,446800	0,000000	0,234000	0,000000	0,000000
ESTRATO 7	0	0,000000	0,480000	0	0,446800	0,000000	0,234000	0,000000	0,000000
Total P.nigra	0,422450843	2159,056900	0,480000	802,144970	0,446800	304,8150887	0,234000	698,6364627	20,2
	VPM_PPR	VPMT_PPR	DB_PPR	TPM_F_PPR	PMSM_F_PPR	TPM_TO_PPR	PMSM_R_PPR	TPM_RA_PPR	TPM_AP_PPR
ESTRATO 1	0,013834224	0	0,450000	40,922570	38,565418	38,565418	0,270200	237942,000000	801,139100
ESTRATO 2	0,002752359	2089,0545	0,450000	719,750885	0,567500	0,567500	0,270200	626,874482	20,200000
ESTRATO 3	0,001484825	0,000000	0,480000	0	0,446800	0,446800	0,234000	0,000000	0,000000
ESTRATO 5	0,239962219	0	0,450000	0,000000	0,567500	0,567500	0,270200	0,000000	0,000000
ESTRATO 6	0,062869667	0	0,45	0	0,5675	0,5675	0,27	0	0,000000
ESTRATO 7	0,007206834	0	0,450000	0,000000	0,567500	0,567500	0,270200	0,000000	0,000000
Total P.pinaster	0,328110128	2089,0545	0,450000	760,673455	41,282218	41,282218	0,270200	238568,874482	821,339100

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

	VPM_QI	VPMT_QI	DB_QI	TPM_F_QI	PMSM_F_QI	TPM_TO_QI	PMSM_R_QI	TPM_RA_QI	TPM_AP_QI
ESTRATO 1	0,121352841	0,000000	0,74	40,922570	0,158	0,000000	0,638	243237,000000	731,421700
ESTRATO 2	0,132408022	2006,758500	0,74	627,676865	0,158	238,517209	0,638	546,681661	20,200000
ESTRATO 3	0,134377623	0,000000	0,74	0,000000	0,158	50,964990	0,638	0,000000	0,000000
ESTRATO 5	0,264148921	0,000000	0,74	0,000000	0,158	0,000000	0,638	0,000000	0,000000
ESTRATO 6	0,239020623	0,000000	0,74	0,000000	0,158	0,000000	0,638	0,000000	0,000000
ESTRATO 7	1,971824835	0,000000	0,74	0,000000	0,158	0,000000	0,638	0,000000	0,000000
Total Q. <i>illex</i>	2,863132865	2006,758500	0,74	668,599435	0,158	289,482199	0,638	243783,681661	751,621700

ANEXO VI. ESTADO DE LOS MONTES Y EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS.

En el presente apartado se pretende analizar tanto el tipo de gestión como los regimenes de propiedad tanto de los terrenos forestales como los agrícolas dentro del término municipal de Enguera.



En la siguiente tabla se puede apreciar de forma clara el reparto de las tierras de Enguera según los usos Agrícola o Forestal e incluso otros tipos de tierras:

Reparto por superficies y usos de las tierras de Enguera.

Total	Tierras labradas	Tierras para pastos permanentes	Especies arbóreas forestales	Otras tierras no forestales
21066	3129	0	17487	450

Fuente: I.N.E.

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

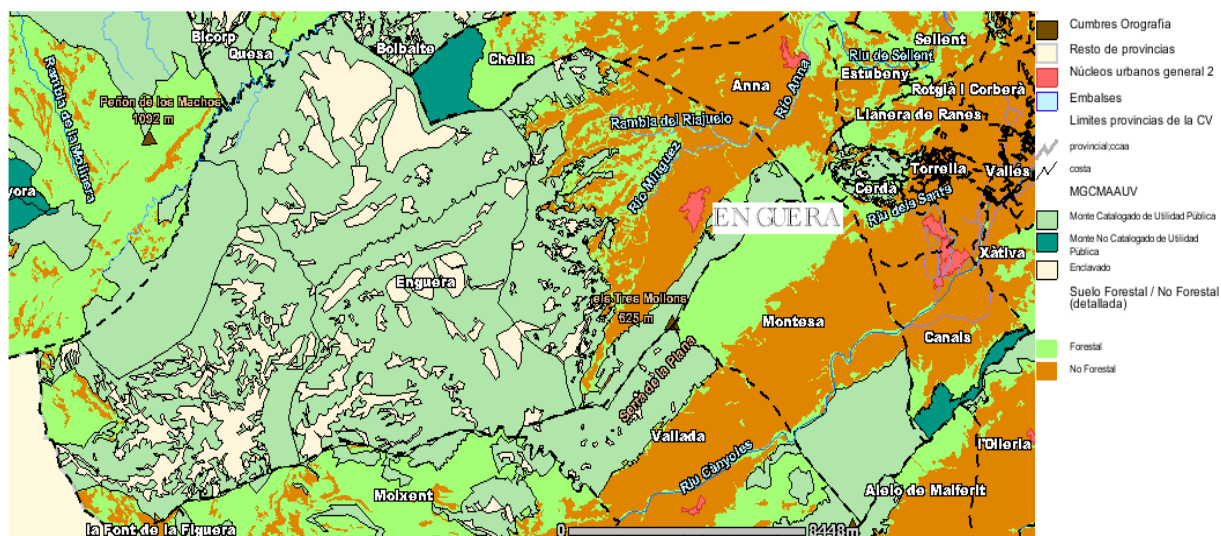
A continuación se presenta una tabla en la que se recoge el estado administrativo de los montes que engloban el área de estudio.

Tabla nº1: Marco administrativo.

Nº catálogo U.P	PERTENENCIA	NOMBRE	SUP. TOTAL (ha)	SUP. PÚBLICA (ha)	ENCLAVADOS (ha)
74	Ayuntamiento	Navalón	5.133,86	2.988,73	2.145,13
72	Ayuntamiento	Los Altos	9.856,80	7.429,23	2.427,37
155	Consellería M.A.	La Matea	1.837,70	-	-
75	Ayuntamiento	La Redonda	7.348,69	4.114,69	3.233,95

Fte:Elaboración propia.

En la siguiente figura se puede apreciar de forma más gráfica la distribución que aparece en la tabla.



Marco administrativo de los montes en Enguera. Fuente: Visor GIS gva.

Como puede apreciarse de forma gráfica la mayor parte de los montes son de utilidad pública, aunque hay un porcentaje nada despreciable de montes enclavados.

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.

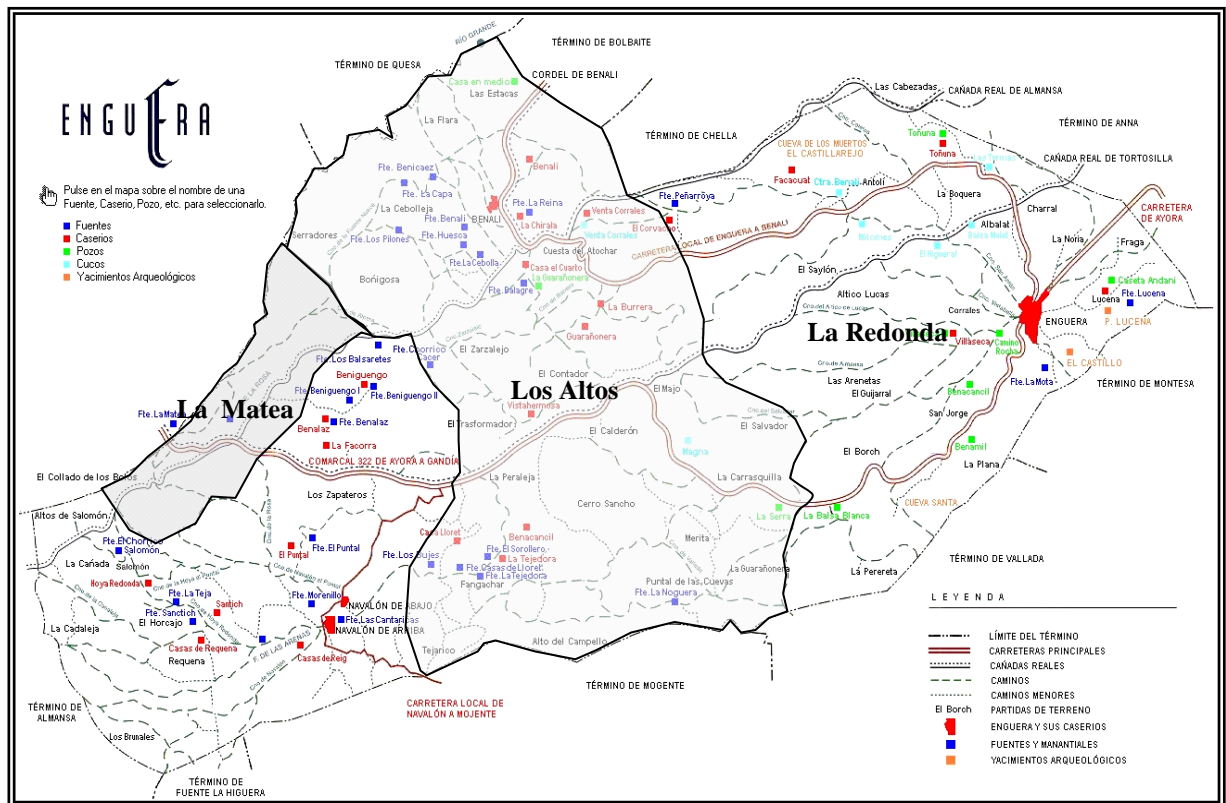
En el siguiente cuadro se presentan los límites de los distintos montes y del término municipal.

Límites

MONTE	
Navalón	
	N: T.M. Ayora, Monte U.P. nº 155: “La Matea”.
	S: T.M. Mogente, T.M. Fuente la Higuera.
	E: Monte U.P. nº72: “Los Altos”
	O: T.M. Almansa (Provincia de Albacete).
Los Altos	
	N: T.M. Ayora, T.M. Quesa, T.M. Bolbaite, T.M. Chella.
	S: T.M. Mogente, T. M. Vallada.
	E: Monte U.P. nº 75: “La Redonda”.
	O: Monte U.P. nº 74: “Navalón”.
La Matea	
	N: T.M. Ayora.
	S: Monte U.P. nº 74: “Navalón”.
	E: Monte U.P. nº 72: “Los Altos”.
	O: Monte U.P. nº 74: “Navalón”.
La Redonda	
	N: T.M. de Anna y T.M. de Chella.
	S: T. M. de Vallada y T.M de Montesa.
	E: T.M de Játiva.
	O: Monte U.P. nº 72: “Los Altos”
Término Municipal de Enguera	
	N: Términos Municipales de Quesa, Bolbaite, Chella y Anna.
	S: Términos Municipales de Montesa, Vallada, Mogente y Fuente la Higuera
	E: Término Municipal de Játiva.
	O: Término Municipal de Ayora y Término Municipal de Almansa (Albacete).

Fte: Plan de Quemas. Ayuntamiento de Enguera.

A continuación se pueden observar gráficamente los límites del término municipal y la distribución de los montes.



Límites.

Fte:ADENE-Enguera.

En la actualidad, la pertenencia de la totalidad de los montes a excepción del monte de “La Matea” es de propiedad municipal, perteneciendo todos ellos al catálogo de montes de Utilidad Pública.

En cuanto a la superficie agrícola, se puede decir que la mayor parte del terreno es de gestión privada, pudiéndose observar en la siguiente tabla, al mismo tiempo el tamaño de las explotaciones, que viene a dar una idea del tipo de explotación familiar que existe en el municipio y sus extensiones

Cantidad de explotaciones según superficie en Ha.

Número de explotaciones con tierras	>= 0,1 a < 5	>= 5 a < 10	>= 10 a < 20	>= 20 a < 50	>= 50	
	1131	988	81	41	12	9

Fuente: I.N.E.

El reparto de superficies por cultivos de las explotaciones agrícolas de Enguera, se puede apreciar en la siguiente tabla, pudiéndose ver el claro dominio del cultivo del olivar con respecto a los otros cultivos agrícolas existentes en el municipio.

Reparto de superficies por cultivos en Enguera (Ha.)

	Herbáceos	Frutales	Olivar	Viñedo	Otras tierras labradas
Fuente:	163	556	2248	96	65

I.N.E.

Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera.