



e. n. adaro

APROVECHAMIENTO ENERGETICO Y GANADERO DE LOS  
RESIDUOS DE LA PODA DEL OLIVAR

TOMO I - MEMORIA

PEN (PLAN ENERGETICO NACIONAL)

M° DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

DICIEMBRE 1982

empresa nacional adaro de  
investigaciones mineras, s.a.  
enadimsa

|         |  |
|---------|--|
| TITULO  | <u>APROVECHAMIENTO ENERGETICO Y GANADERO DE LOS</u><br><u>RESIDUOS DE LA PODA DEL OLIVAR</u><br>TOMO I - MEMORIA |
| CLIENTE | PEN (PLAN ENERGETICO NACIONAL)<br>M° DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION  |
| FECHA   | DICIEMBRE 1982   |

Referencias:

Departamento: OPERACIONES RESIDUOS SOLIDOS

## I N D I C E

|   | <u>PAGS.</u> |
|---|--------------|
| 1.- INTRODUCCION .....  | 1            |
| 1.1.- VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LOS RESIDUOS<br>DEL OLIVAR .....  | 3            |
| 2.- OBJETO DEL ESTUDIO .....  | 4            |
| 3.- INVENTARIO DE RESIDUOS AGRICOLAS .....  | 7            |
| 3.1.- METODOLOGIA .....   | 8            |
| 3.2.- INVENTARIO DE LOS RESIDUOS ORGANICOS LEÑOSOS  | 10           |
| 3.3.- RESUMEN DE LA GENERACION DE RESIDUOS EN LAS<br>ZONAS OLIVARERAS ESPAÑOLAS .....                       | 40           |
| 4.- ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DEL APROVECHAMIENTO IN<br>TEGRAL DE LA PODA DEL OLIVAR .....                 | 42           |
| 4.1.- EVALUACION DE COSTES Y RENDIMIENTOS EN AMON<br>TONAMIENTO DEL RAMON .....                             | 44           |
| 4.2 <sup>1</sup> .- PICADO .....  | 48           |
| 4.3.- ANALISIS TECNICO DE LAS PLANTAS SEPARADORAS<br>DE JOJA ASTILLA .....                                  | 66           |
| 4.4.- VALORACION ENERGETICA .....   | 78           |
| 4.5.- VALORACION GANADERA DE LA HOJA DEL OLIVO ..   | 79           |
| 5.- PLANTEAMIENTO TECNICO-ECONOMICO DE UNA INSTALACION<br>DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE LA PODA DEL OLIVO .... | 85           |

.../...

I N D I C E (CONTINUACION)

|  | <u>PAGS.</u> |
|--|--------------|
| 5.1.- DATOS BASICOS PARA LA INSTALACION .....                    | 86           |
| 5.2.- CONTRIBUCION A LAS NECESIDADES ENERGETICAS                 | 87           |
| 5.3.- ESTUDIO TECNICO DE LA INSTALACION .....                    | 87           |
| 5.4.- DESCRIPCION DE LA INSTALACION .....                        | 88           |
| 5.5.- DESCRIPCION DEL PROCESO .....                              | 91           |
| 5.6.- MAQUINARIA .....   | 93           |
| 5.7.- OBRA CIVIL .....   | 95           |
| 5.8.- INSTALACION ELECTRICA .....                                | 96           |
| 5.9.- OFICINAS .....   | 99           |
| 5.10.- ABASTECIMIENTO DE AGUAS .....                             | 99           |
| 5.11.- INVERSIONES .....   | 100          |
| 5.12.- ESTUDIO DE RENTABILIDAD .....                             | 101          |
| 5.13.- CONCLUSIONES AL PLANTEAMIENTO TECNICO-ECO<br>NOMICO ..... | 108          |
| 6.- RESUMEN .....  | 117          |
| 6.1.- INVENTARIO DE RECURSOS .....                               | 118          |
| 6.2.- ANALISIS TECNICO .....                                     | 118          |
| 6.3.- PLANTEAMIENTO DE UNA INSTALACION .....                     | 120          |
| 7.- CONCLUSIONES .....   | 123          |

\* \* \* \* \*

1. - INTRODUCCION

Los cultivos agrícolas producen, junto con los frutos, una gran cantidad de residuos. Estos residuos, hasta la actualidad, han tenido una reducida utilización, principalmente como combustibles o como alimento en ganadería. En épocas más lejanas y en algunos lugares del mundo agrícola, estos residuos constituyeron una fuente de riqueza energética o ganadera, que dejó de serlo al aparecer en el mercado los combustibles fósiles más baratos y cómodos de manejo. En la actualidad estamos asistiendo a unos fenómenos de elevado precio en los productos energéticos y a su inminente escasez lo que sitúa a la sociedad en circunstancias similares a las pasadas y vuelve a ver las antiguas fuentes energéticas con creciente interés, siempre que se exploren con medios actuales.

En el presente trabajo se pretende estudiar un residuo agrícola de gran interés por su potencial de producción, la poda del olivo, para lograr un aprovechamiento integral y obtener dos productos: un combustible leñoso y un forraje de interés ganadero.

Los resultados obtenidos en la planta de astillado de leña de olivo de Puente Genil animan a emprender este estudio de aprovechamiento integral de la poda de olivo. Por otra parte - los años de sequía en nuestros campos agrícolas ha originado - una escasez de productos forrajeros. La hoja de olivo podría tener un interés coyuntural con favorable repercusión en la ganadería.

### 1.1.- VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LOS RESIDUOS DEL OLIVAR

El desarrollo de la agricultura ha traído como consecuencia la explotación de cultivos intensivos, que mejoran la producción, consiguiendo un mayor rendimiento al mismo tiempo que generan un mayor volumen de residuos, produciendo una serie de inconvenientes tanto ecológicos como económicos.

En los cultivos del olivar, con los sistemas de poda - que se practican en muchas zonas del país se extirpan ramas de cierto grosor que producen importantes cantidades de leñas y ramones (ramillas y hojas).

El aprovechamiento del ramón de olivo por los rumiantes (cabras, ovejas y vacas) ha sido tradicional en algunos lugares, casi siempre de forma rudimentaria, bien entrando el ganado en el olivar o llevando el ramón a las cercanías de fincas o caminos. Por otra parte la utilización de la leña como combustible doméstico ha tenido últimamente excasa aplicación.

Dada las características de los cultivos se acentúa hoy día más la necesidad de eliminar los restos de la poda de los olivos para evitar la profusión de plagas como es el denominado de los "barrenillos" o "palomilla", plagas cuya extensión y desarrollo pueden llegar en un período corto a dañar los cultivos.

Para evitar esto, actualmente los residuos se eliminan mediante incineración "in situ" originándose un coste de eliminación al que el agricultor tiene que hacer frente.

Por tanto la retirada de los residuos y su posterior aprovechamiento resuelven estos problemas además de producir un beneficio importante por su incorporación a los procesos industriales bien como materia prima o como combustible.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente estudio consiste en la evaluación y caracterización de los residuos leñosos de origen agrícola y en concreto los referentes a la poda del olivar, que se producen en las principales comarcas olivareras españolas, con vistas a su posible aprovechamiento en una instalación real que pueda servir para obtener una tecnología de aprovechamiento de residuos y facilitar su difusión.

Para alcanzar este objetivo se realizarán las siguientes fases:

- Estudio de viabilidad técnico-económica.
- Construcción de la instalación de demostración.
- Seguimiento de la instalación y estudio económico final.

En el presente estudio se pretende desarrollar la primera fase, es decir el estudio de viabilidad técnico-económico. Se inicia el estudio con el análisis de los trabajos similares realizados en España y muy concretamente de los resultados de los Inventarios de residuos orgánicos realizados por Adaro y de un análisis de la instalación de aprovechamiento de leña de olivo de Puente Genil realizado por ADARO-PEN y PALSERRINSA.

Los objetivos de esta primera fase son:

- 1.- Inventario de residuos.

Se pretenden estudiar los residuos agrícolas de naturaleza

leñosa que se producen en las principales zonas olivareras de España, con el fin de conocer los parámetros básicos para establecer la viabilidad del aprovechamiento integral de la poda del olivar mediante plantas de tratamiento.

- 2.- Análisis técnico-económico del aprovechamiento integral de la poda del olivar mediante el estudio de los siguientes procesos:
  - .- Recogida y picado de ramas en el campo.
  - .- Análisis de las máquinas separadoras hoja-astilla.
  - .- Máquinas astilladoras de la leña en instalación fija.
  
- 3.- Planteamiento técnico-económico de una instalación de tratamiento integral de la poda del olivar.

3.- INVENTARIO DE RESIDUOS AGRICOLAS

### 3.1.- METODOLOGIA

En el presente inventario se pretende evaluar las cantidades y propiedades de los residuos de procedencia orgánica leñosa, con fines a su aprovechamiento integral energético, y ganadero.

#### 3.1.1.- Límites de la zona de estudio

Después de un análisis teórico de todas las zonas olivareras españolas se seleccionan las que, por su potencial de producción, podrían presentar mayor interés para la ubicación de una planta de aprovechamiento integral del olivo.

Se seleccionaron las comarcas olivareras de las siguientes 11 provincias.

- Andalucía oriental: Jaén, Granada, Málaga
- Andalucía occidental: Córdoba, Sevilla
- Nordeste-Levante: Tarragona, Castellón
- Extremadura: Cáceres y Badajoz.
- Centro: Toledo, Ciudad Real.

#### 3.1.2.- Residuos agrícolas

##### a) Selección de cultivos

La búsqueda de residuos agrícolas con vista a su aprovechamiento

chamiento energético o ganadero en las zonas olivareras españolas conduce a seleccionar un cultivo fundamental, el olivo y otros complementarios como la vid o los residuos forestales, éstos con vistas a un complemento en una instalación de tratamiento de residuos.

b) Parámetros necesarios para un planteamiento de aprovechamiento de residuos

Una vez localizadas las zonas olivareras y las áreas de los cultivos seleccionados se han realizado encuestas con el fin de conocer las circunstancias de producción de los residuos y las condiciones necesarias para hacer posible su recogida y manejo.

Se han fijado los siguientes parámetros.

- Conocimiento, lo más exacto posible, de las áreas generadoras de residuos orgánicos (ha de olivar o viñedo).
- Situación geográfica por municipios de estas zonas o puntos de producción.
- Producción directa o estimada, pero realizada "in situ" del volumen total de residuos orgánicos. Para lograr este fin se propone realizar un número de encuestas en función de la calidad de las fuentes generadoras.
- Tipos de residuos orgánicos.
- Periodicidad en su producción, anual, bianual, etc.
- Características intrínsecas del producto:
  - 1) Poder energético
  - 2) Estado físico en que se presenta
- Características de su manejo

- 1) Densidad real del residuo orgánico después de su recogida
- 2) Presencia y estado de las vías de comunicación
- 3) Sistema de recogida de los productos
- 4) Localización de los puntos de recogida

### 3.1.3.- Estudio económico

A través de las mismas fuentes, se han recogido datos - con vistas a la realización de un estudio económico.

Para un mejor análisis de los costes se han considerado tres aspectos: costos de adquisición, de recogida y de transporte de los residuos.

Los costos de adquisición se refieren al valor que poseen en la actualidad en circunstancias normales y en la época de su producción.

Los costos de recogida se evalúan con los medios humanos y mecánicos disponibles en cada zona.

Los costos de transporte se calculan por la semejanza - con el transporte de productos agrícolas. Dada la variación de precios se han estimado según trabajos similares realizados en la región.

### 3.2.- INVENTARIO DE LOS RESIDUOS ORGANICOS LEÑOSOS EN LAS ZONAS SELECCIONADAS

Una vez establecidas las áreas de cultivo de olivar, se han realizado las encuestas, dentro de cada área, con la finalidad de conocer:

- La densidad o marco de plantación
- Tipo de residuos que se generan
- Las cantidades medias de éstos obtenidas en la poda, por unidad productiva (árbol) o por ha.
- Epoca y periodicidad de poda
- Destino actual de los residuos
- Costos necesarios para su eliminación

### 3.2.1.- Zona Noroeste-Levante

La realización de este Inventario se centra en dos comarcas, correspondientes al Bajo Ebro en Tarragona, cuyo núcleo central corresponde a Tortosa y Maestrazgo-San Mateo en Castellón. La superficie dedicada al cultivo de olivo en el Bajo Ebro, Maestrazgo y San Mateo supone el 55% de sus respectivas superficies totales provinciales dedicadas al cultivo. El marco de plantación se encuentra entre unos 70/80 olivos/ha.

En cuanto a la periodicidad, tipología de la poda y tendencia para los 10 próximos años, los datos obtenidos son los siguientes:

#### 3.2.1.1.- Zona Bajo Ebro (Tarragona)

Tiene una superficie de olivar de 50.000 ha.

Para la poda tradicional existe un intervalo entre cada poda de 3 a 4 años, siendo el volumen obtenido:

- Leña: 0,88 t/ha/año
- Ramón: 0,22 t/ha/año

siendo leña, las ramas de diámetro superior a 3-4 y ramón, las inferiores.

En cuanto a la tendencia para los próximos 10 años, se puede considerar una reimplantación del olivar, arrancando los actualmente existentes, con el fin de aumentar el número de pies por ha.

Para esta operación se calcula que en el mejor de los casos se llegaría al 60% de la superficie olivarera en un período de 20 años. La cantidad de leña + ramón que originaría esta operación sería de 70 t/ha por año en el arranque de olivos viejos.

Otra de las tendencias existentes es la poda de renovación, que consiste en una poda muy severa y se estima que podría alcanzar a un 50% de la superficie en un período de 10 años. La cantidad de residuos que se obtendría sería de 14 t/ha.

### 3.2.1.2.- Zona de Maestrazgo-San Mateo (Castellón)

La superficie del olivo es de 20.000 ha.

Para la poda existe un intervalo de 3 a 5 años, siendo el volumen obtenido de:

- Leña: 0,80 t/ha/año
- Ramón: 0,20 t/ha/año

Referente a las perspectivas del sector para los próximos 10 años, se puede considerar:

Arranque y nueva plantación, se calcula que podría afectar a un 25% de la superficie olivarera, repartido durante un período de 15 años. La cantidad de leña + ramón que originaría esta operación sería de 100 t/ha,

Los residuos totales que se obtienen en la poda del olivar por el método tradicional, correspondientes a las dos zonas anteriormente indicadas, son las siguientes:

| <u>Zona</u>                | <u>S. Olivar ha</u> | <u>Total residuos (t/año)</u> |              | <u>(t/año)</u>         |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|------------------------|
|                            |                     | <u>Leña</u>                   | <u>Ramón</u> | <u>Total potencial</u> |
| Bajo Ebro                  | 50.000              | 40.000                        | 10.000       | 50.000                 |
| Maestrazgo-<br>- San Mateo | <u>20.000</u>       | <u>16.000</u>                 | <u>4.000</u> | <u>20.000</u>          |
| T O T A L                  | 70.000              | 56.000                        | 14.000       | 70.000                 |

### 3.2.1.3.- Utilización actual de los residuos

Referente a este aspecto se puede afirmar que en la zona de estudio existe un mercado estable de utilización de los residuos, diferenciándose dos vías consumidoras.

Por una parte la leña de un diámetro entre 5-10 cm, se utiliza para calefacción de granjas agrícolas y el sobrante se dedica al consumo doméstico, alcanzando en cualquier caso el 100% de la leña.

La leña mayor de 10 cm de diámetro se utiliza como materia prima de industrias de artesanía de objetos diversos, tales como figuras de ajedrez, cuencos, etc., siendo el núcleo consumidor de esta materia Palma de Mallorca.

Esto indica que existe un 100% de utilización de la leña procedente de la poda del olivar.

En cuanto al ramón se puede considerar un 20% de utilización, como alimentación de ganado, quedando un 80% sin utilizar, quemándose actualmente in situ.

De esta manera la cantidad de residuos disponibles en las zonas de estudio, son las siguientes:

| Zona                   | Superf. olivar (ha) | Residuos actuales t/año |        | Total actual (t/año) |
|------------------------|---------------------|-------------------------|--------|----------------------|
|                        |                     | Leña                    | Ramón  |                      |
| Bajo Ebro              | 50.000              | -                       | 8.000  | 8.000                |
| Maestrazgo - San Mateo | 20.000              | -                       | 3.200  | 3.200                |
| TOTAL                  | 70.000              | -                       | 11.200 | 11.200               |

#### 3.2.1.4.- Estudio económico

Como anteriormente se indicó, dentro de este estudio cabe diferenciar dos tipos de costes:

- a) Coste de recogida y quema
  - b) Coste de transporte
- a) El dato aquí expuesto refleja el coste ocasionado al agricultor en la operación de recogida y quema, evaluando la mano de obra y maquinaria necesaria para la realización de esta operación. Los datos obtenidos mediante las encuestas, dan un intervalo entre 1,0 - 1,5 ptas/kg para leña y 1,10 - ptas/kg para ramón.
- b) El coste de transporte se puede considerar entre 0,50-0,70 ptas/kg en una distancia media de 40 km.

Coste total

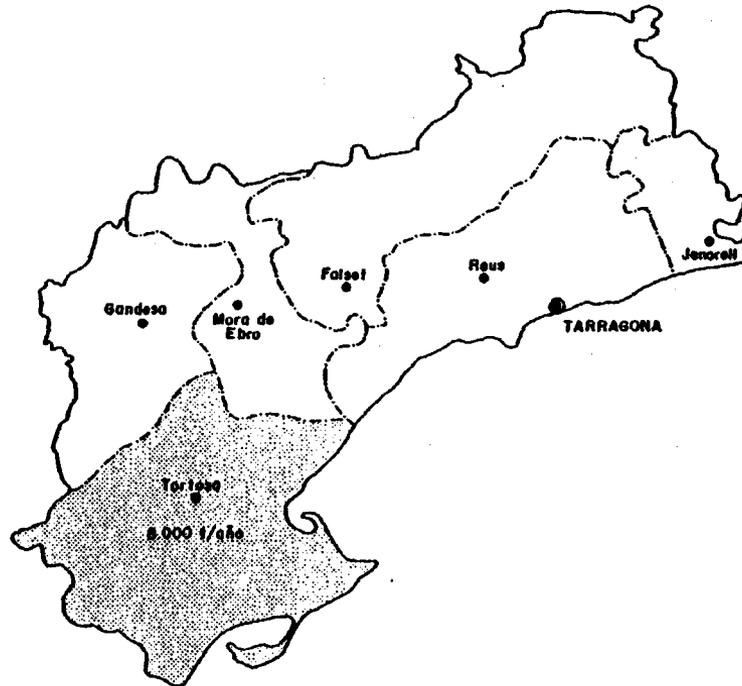
Corresponde a la suma del coste de recogida y quema más el coste de transporte, presentando los siguientes valores:

- Leña ..... 1,50 - 2,20 ptas/kg
- Ramón ..... 1,60 - 1,80     "

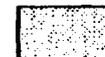
Comparándolo con el precio medio de la venta de madera para el consumo de determinadas industrias que oscila entre - 3,0 - 3,50 ptas/kg, se observa una aceptable rentabilidad, lo que puede ser motivo de una creciente estimulación de las labores de poda.

En los mapas adjuntos se exponen las diferentes comarcas con interés en el cultivo del olivar, indicando la producción anual de los residuos actuales, es decir disponibles.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ZONAS Y COMARCAS CON  
INTERESES EN CULTIVO DE OLIVAR  
PROVINCIA DE TARRAGONA

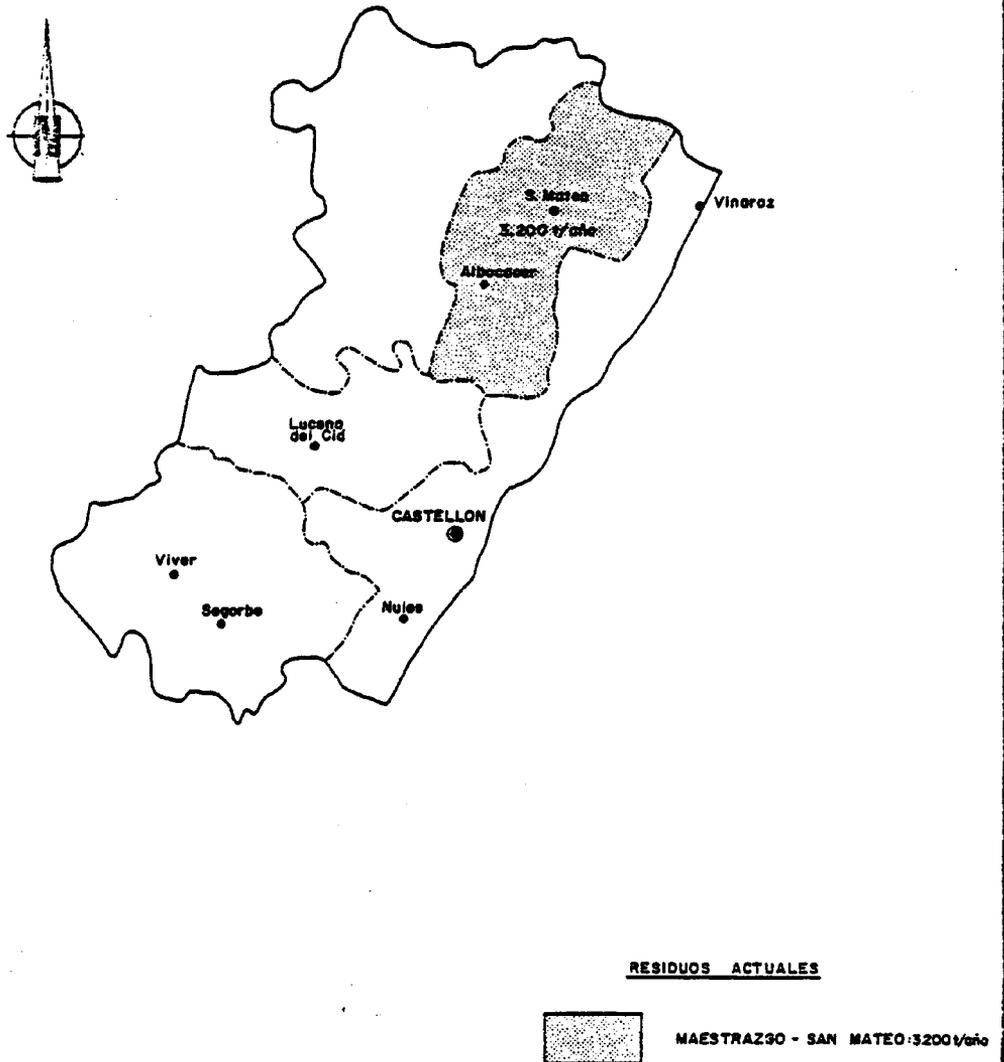


RESIDUOS ACTUALES



BAJO EBRO : 8.000 t/año

**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ZONAS Y COMARCAS CON  
INTERESES EN CULTIVO DE OLIVAR.  
PROVINCIA DE CASTELLON**



### 3.2.2.- Extremadura

El inventario se realizó en las dos provincias que integran la región, estableciéndose determinadas diferencias, por lo que es conveniente el tratamiento individual de cada una de ellas.

#### 3.2.2.1.- Cáceres

En Cáceres se pueden destacar tres comarcas con cierto interés en el cultivo del olivar, las comarcas de Gata-Hurdes, Ibores y Montánchez-Guadalupe, cuyos centros neurálgicos son : Hoyos, Montánchez, Logrosán y Navalmoral de la Mata respectivamente. Hay que destacar que prácticamente todas estas comarcas están enclavadas en zona de Sierra, con difícil acceso, ya que el cultivo del olivar está en zonas marginales donde normalmente no puede haber otro cultivo. Esto hace difícil el aprovechamiento de estos residuos, dándose el caso de que en algunas zonas no realizan con periodicidad las faenas necesarias para el desarrollo de dicho cultivo.

Entre estas comarcas destaca la de Gata-Hurdes, con una densidad entre 200 - 300 olivos por ha. Son olivos pequeños y se encuentran enclavados en zonas eminentemente de Sierra, formando bancales. Aunque su extensión de cultivo es grande, no existen núcleos industriales para la posible utilización de estos residuos.

Al igual que en otras provincias, los datos obtenidos se han basado en la realización de encuestas a los Servicios de Extensión Agraria, así como a los agricultores de las diferentes comarcas que integran la provincia.

La poda se realiza cada 3 ó 4 años, siendo el volumen medio obtenido de:

- Leña ..... 0,90 - 1 t/ha/año
- Ramón ..... 0,60 t/ha/año

Denominándose leña a las ramas mayores de 3 - 4 cm y ra  
món a las menores.

En cuanto a la tendencia en los diez próximos años para este cultivo, es de una disminución paulatina, quedando el oli  
var en zonas donde no pueda ser aprovechado el terreno para otro cultivo, dándose el caso de que aún en estas zonas, las labores necesarias para el buen desarrollo del olivar, se van abandonando lentamente.

Los residuos totales correspondientes a la poda del oli  
var distribuidos por comarcas, dentro de la provincia de Cáce  
res son los siguientes:

| <u>Comarca</u>    | <u>S.olivar</u><br><u>(ha)</u> | <u>Total residuos(t/año)</u> |              | <u>(t/año)</u>         |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------|
|                   |                                | <u>Leña</u>                  | <u>Ramón</u> | <u>Total Potencial</u> |
| Gata-Hurdes       | 21.000                         | 21.000                       | 16.800       | 37.800                 |
| Vera              | 7.500                          | 7.500                        | 6.000        | 13.500                 |
| Ibora             | 9.000                          | 9.000                        | 7.200        | 16.200                 |
| Montanechez-Guad. | 14.500                         | 14.500                       | 11.600       | 26.100                 |
| Resto provincia   | 22.000                         | 22.000                       | 17.600       | 39.600                 |
| Total .....       | 74.000                         | 74.000                       | 59.200       | 133.200                |

#### Utilización de los residuos

Respecto a este punto, la utilización en la provincia -  
de este tipo de residuos es bastante bajo. Así el ramón se uti  
liza alrededor de un 5% para alimentación de ganado, mientras  
que la leña prácticamente no se utiliza.

Por lo tanto la cantidad de residuos disponibles dentro  
de la zona de estudio es la siguiente:

| Comarca          | S. Olivar<br>(Ha) | Residuos actuales (t/año) |               | Total actual<br>(t/año) |
|------------------|-------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
|                  |                   | Leña                      | Ramón         |                         |
| Gata-Hurdos      | 21.000            | 20.700                    | 15.900        | 36.600                  |
| Vera             | 7.500             | 7.400                     | 5.700         | 13.100                  |
| Ibores           | 9.000             | 8.900                     | 6.800         | 15.700                  |
| Montánchez-Guad. | 14.500            | 14.300                    | 11.000        | 25.300                  |
| Resto provincia  | 22.000            | 21.700                    | 16.700        | 38.400                  |
| <b>TOTAL</b>     | <b>74.000</b>     | <b>73.000</b>             | <b>56.100</b> | <b>129.100</b>          |

Con vistas a un aprovechamiento integral de la poda del olivo estas cifras deberán reducirse en un 20% en base a las dificultades de acceso a las parcelas de cultivo.

#### Estudio económico

##### a) Coste de recogida y quema

Los datos obtenidos mediante las encuestas son los siguientes:

- Leña y ramón: 0,50 - 1,0 ptas/kg

##### b) Coste de transporte

El coste de transporte se puede considerar entre 0,60-0,80 ptas/kg a una distancia media de 30 km.

##### c) Coste total

- Leña y ramón: 1,10 - 1,80 ptas/kg

#### 3.2.2.2.- Badajoz

En la provincia de Badajoz existen siete comarcas de

las cuales sólo el NO de la Siberia y la Comarca de Barros son las más importantes en este cultivo.

El cultivo de olivar origina poca leña, efectuándose - las podas de renovación cada 5 ó 6 años, mientras que el resto de las podas se efectúan cada 3 ó 4 años y son en general más bien entresecas.

Para la poda tradicional el volúmen medio de residuos - obtenidos son los siguientes:

- Leña ..... 0,80 - 1,0 t/ha/año
- Ramón .... 0,40 - 0,60 t/ha/año

En cuanto a la tendencia en el sector, se observa un retroceso en el cultivo, así como en la periodicidad de las labores necesarias para su perfecto rendimiento, aumentando el periodo de poda hasta 4 años. Hay que destacar que en la Comarca de Barros se presenta una fuerte tendencia a la sustitución del olivar por viñedo, empezando primero por cultivos mixtos , para posteriormente arrancar los olivos, dedicando la extensión enteramente al cultivo de la viña.

Los residuos totales correspondientes a la poda del olivar distribuidos por comarcas, dentro de la provincia de Badajoz son los siguientes:

| <u>Comarca</u>   | <u>S.Olivar</u><br>(ha) | <u>Total residuos(t/año)</u> |                | <u>(t/año)</u><br><u>Total potencial</u> |
|------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|--|
|                  |                         | <u>Leña</u>                  | <u>Ramón</u>   |  |
| NO Alburquerque  | 10.000                  | 10.000                       | 6.000          | 16.000                                   |
| Vegas Guadiana   | 30.000                  | 30.000                       | 18.000         | 48.000                                   |
| La Serena        | 15.000                  | 15.000                       | 9.000          | 24.000                                   |
| La Siberia       | 21.000                  | 21.000                       | 12.600         | 33.600                                   |
| Llerma           | 23.000                  | 23.000                       | 13.800         | 36.800                                   |
| Barros           | 57.000                  | 57.000                       | 34.200         | 91.200                                   |
| Jerez            | 20.000                  | 20.000                       | 12.000         | 32.000                                   |
| <b>T O T A L</b> | <b>176.000</b>          | <b>176.000</b>               | <b>105.600</b> | <b>281.600</b>                           |

### Utilización de los residuos

La utilización de los residuos del olivar en la provincia de Badajoz es la siguiente:

- Leña ..... 20% - 40% para combustible
- Ramón ..... 10% para alimentación de ganado.

Aplicando los % de utilización a los residuos potenciales, obtenemos los residuos actuales, es decir, aquellos de los que se puede disponer.

| Comarca         | S. Olivar<br>(ha) | Residuos actuales (t/año) |               | Total actual<br>(t/año) |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
|                 |                   | Leña                      | Ramón         |                         |
| NO Alburquerque | 10.000            | 7.000                     | 5.400         | 12.400                  |
| Vegas Guadiana  | 30.000            | 21.000                    | 16.200        | 37.200                  |
| La Serena       | 15.000            | 10.500                    | 8.100         | 18.600                  |
| La Siberia      | 21.000            | 14.700                    | 11.300        | 26.000                  |
| Llerena         | 23.000            | 16.100                    | 12.400        | 28.500                  |
| Barros          | 57.000            | 40.000                    | 30.700        | 70.700                  |
| Jerez           | 20.000            | 14.000                    | 10.800        | 24.800                  |
| <b>TOTAL</b>    | <b>176.000</b>    | <b>123.300</b>            | <b>94.900</b> | <b>218.200</b>          |

### Estudio económico

#### a) Coste de recogida y quema

Los datos obtenidos mediante las encuestas son los siguientes:

- Leña y ramón: 0,40 - 0,80 ptas/kg

b) Coste de transporte

El coste de transporte oscila entre 0,50 - 0,80 ptas/kg a una distancia media de 30 km.

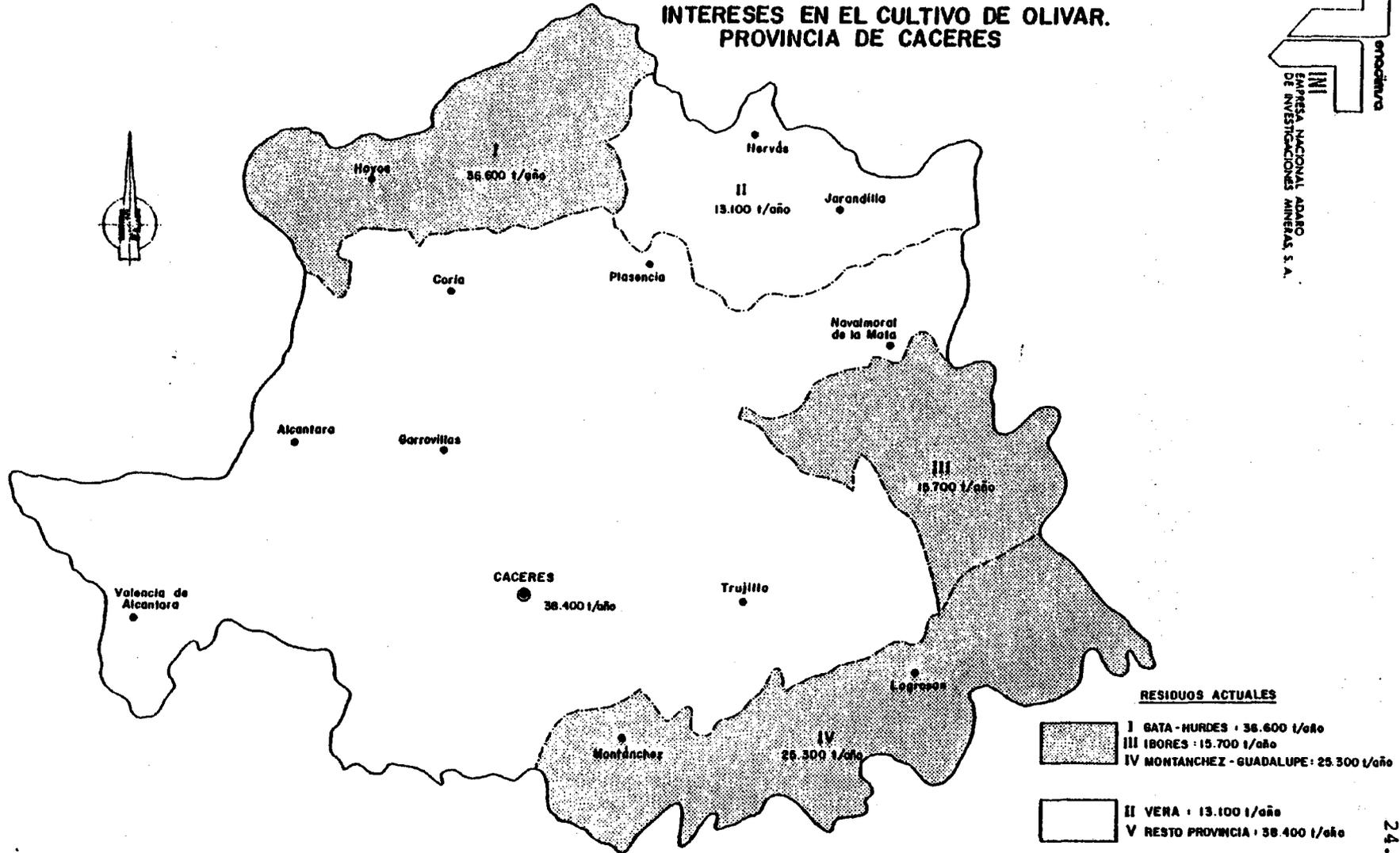
c) Coste total

- Leña y ramón: 0,90 - 1,60 ptas/kg

En los mapas adjuntos se exponen las diferentes comarcas con interés en el cultivo del olivar, indicando la producción anual de los residuos actuales, es decir disponibles.

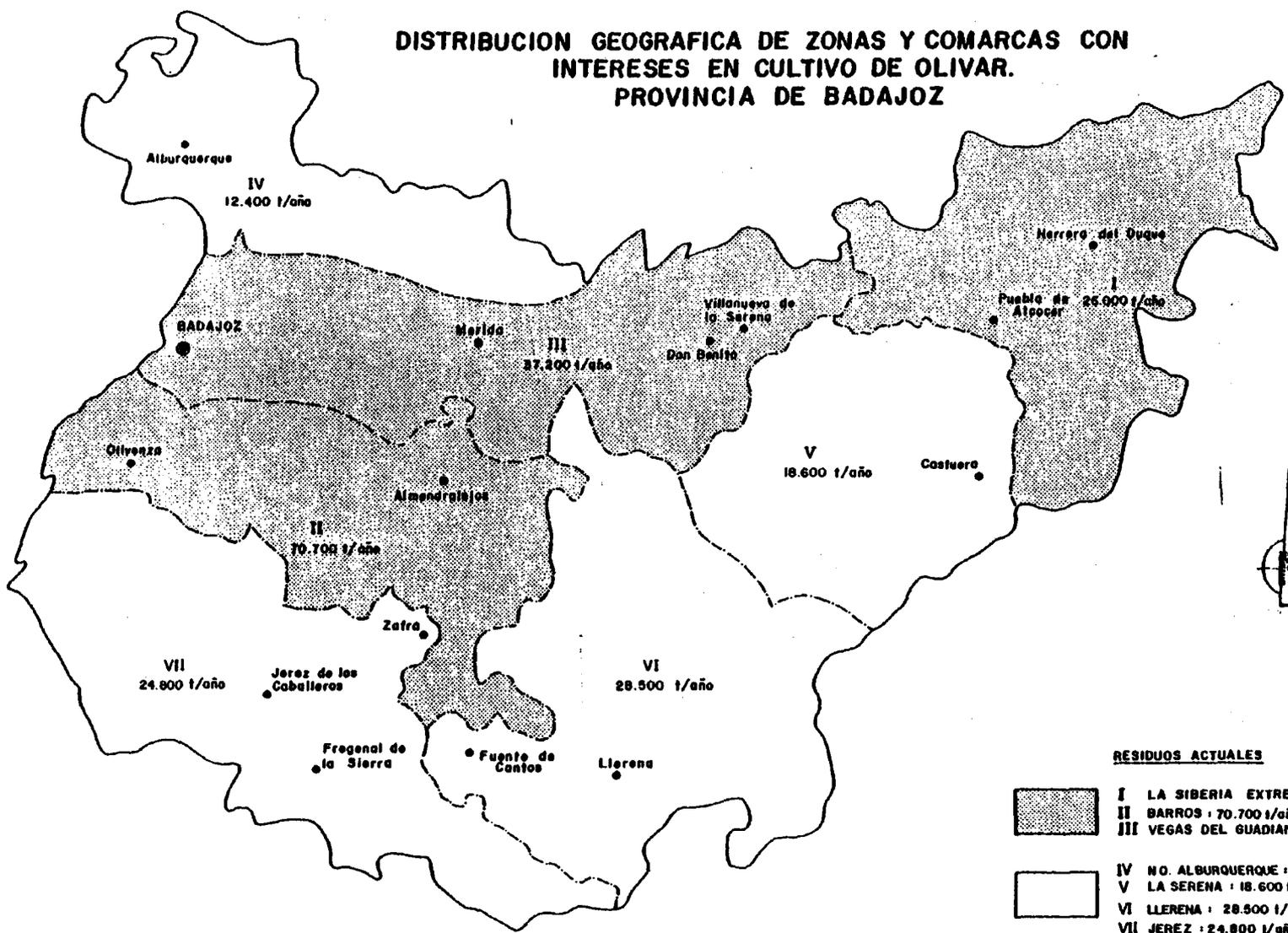
# DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ZONAS Y COMARCAS CON INTERESES EN EL CULTIVO DE OLIVAR. PROVINCIA DE CACERES

**ENADIVA**  
**INI**  
 EMPRESA NACIONAL APARTE  
 DE INVESTIGACIONES MINERAS, S. A.



**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ZONAS Y COMARCAS CON  
INTERESES EN CULTIVO DE OLIVAR.  
PROVINCIA DE BADAJOZ**

**INIA**
  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS S.A.



**RESIDUOS ACTUALES**

- I LA SIBERIA EXTREMEÑA : 26.000 t/año**
- II BARROS : 70.700 t/año**
- III VEGAS DEL GUADIANA : 37.200 t/año**
- IV NO. ALBUQUERQUE : 12.400 t/año**
- V LA SERENA : 18.600 t/año**
- VI LLERENA : 28.500 t/año**
- VII JEREZ : 24.800 t/año**

### 3.2.3.- Ciudad Real

En la provincia de Ciudad Real existen seis comarcas, de las cuales destacan, respecto al cultivo del olivar, dos de ellas, una situada al SE denominada Campo de Montiel y cuyos núcleos más importantes son Villanueva de los Infantes, Valdepeñas, Almagro y Ciudad Real y otra comarca del Campo de Crip tana.

En la comarca de Campo de Montiel, dada la proximidad con la provincia de Jaén presentan determinadas características comunes, tales como: formas de poda, marcos de plantación, etc.

La densidad de olivos/ha es aproximadamente de 100 y el intervalo de poda es de dos años.

En relación a la cantidad de residuos generados en la poda, y considerando ramón a las ramas de diámetro inferior a 7 cm y leña a los de tamaño superior.

- Leña ..... 0,7 - 0,8 t/año
- Ramón ..... 0,25 - 0,3 t/año

En la Comarca del Campo de Calatrava existe una considerable superficie de cultivo del olivar, si bien no tiene la concentración que en el Campo de Montiel. Por otra parte varía tanto en el marco de plantación como en la frecuencia de poda, siendo de 60-70 olivos/ha y una frecuencia de 3 años por término medio. Estas características pueden representar la media para el resto de las comarcas que integran la provincia.

En relación a la cantidad de residuos generados, los datos obtenidos son los siguientes:

- Leña ..... 0,55 t/ha/año
- Ramón ..... 0,2 t/ha/año

La cantidad total de residuos generados, distribuida -  
por comarcas, es la siguientes:

| Comarca            | S.Oliver<br>(ha) | Total residuos (t/año) |        | (t/año)<br>Total potencial |
|--------------------|------------------|------------------------|--------|----------------------------|
|                    |                  | Leña                   | Ramón  |                            |
| Montes, De los     | 15.000           | 8.200                  | 3.000  | 11.200                     |
| Norte              | 20.000           | 11.000                 | 4.000  | 15.000                     |
| Campo de Calatrava | 35.000           | 19.200                 | 7.000  | 26.200                     |
| Mancha             | 17.000           | 9.300                  | 3.400  | 12.700                     |
| Pastos, De los     | 10.000           | 5.500                  | 2.000  | 7.500                      |
| Campo Montiel      | 15.000           | 12.000                 | 4.500  | 16.500                     |
| T O T A L          | 112.000          | 65.200                 | 23.900 | 89.100                     |

#### Utilización de los residuos

En cuanto al aprovechamiento actual de este tipo de re-  
siduos se puede considerar:

- Leña ..... 60% - 70% como combustible
- Ramón .... 30% - 40% para alimentación de ganado.

Aplicando estos % a los residuos potenciales, obtenemos  
los residuos actuales.

| Comarca         | Sup. Olivar<br>(ha) | Residuos actuales<br>(t/año) |               | Total actual<br>(t/año) |
|-----------------|---------------------|------------------------------|---------------|-------------------------|
|                 |                     | Leña                         | Ramón         |                         |
| Montes, de los  | 15.000              | 2.900                        | 1.900         | 4.800                   |
| Norte           | 20.000              | 3.800                        | 2.600         | 6.400                   |
| C. de Calatrava | 35.000              | 6.700                        | 4.500         | 11.200                  |
| Mancha          | 17.000              | 3.200                        | 2.200         | 5.400                   |
| Pastos, de Los  | 10.000              | 1.900                        | 1.300         | 3.200                   |
| C. de Montiel   | 15.000              | 4.200                        | 2.900         | 7.100                   |
| <b>TOTAL</b>    | <b>112.000</b>      | <b>22.700</b>                | <b>15.400</b> | <b>38.100</b>           |

En la provincia, excepto en la Comarca del Campo de Montiel, la tendencia para los próximos 10 años, es a reducir este cultivo.

#### Estudio económico

##### a) Coste de recogida y quema

- Leña y ramón: 1,30 ptas/kg

##### b) Coste de transporte

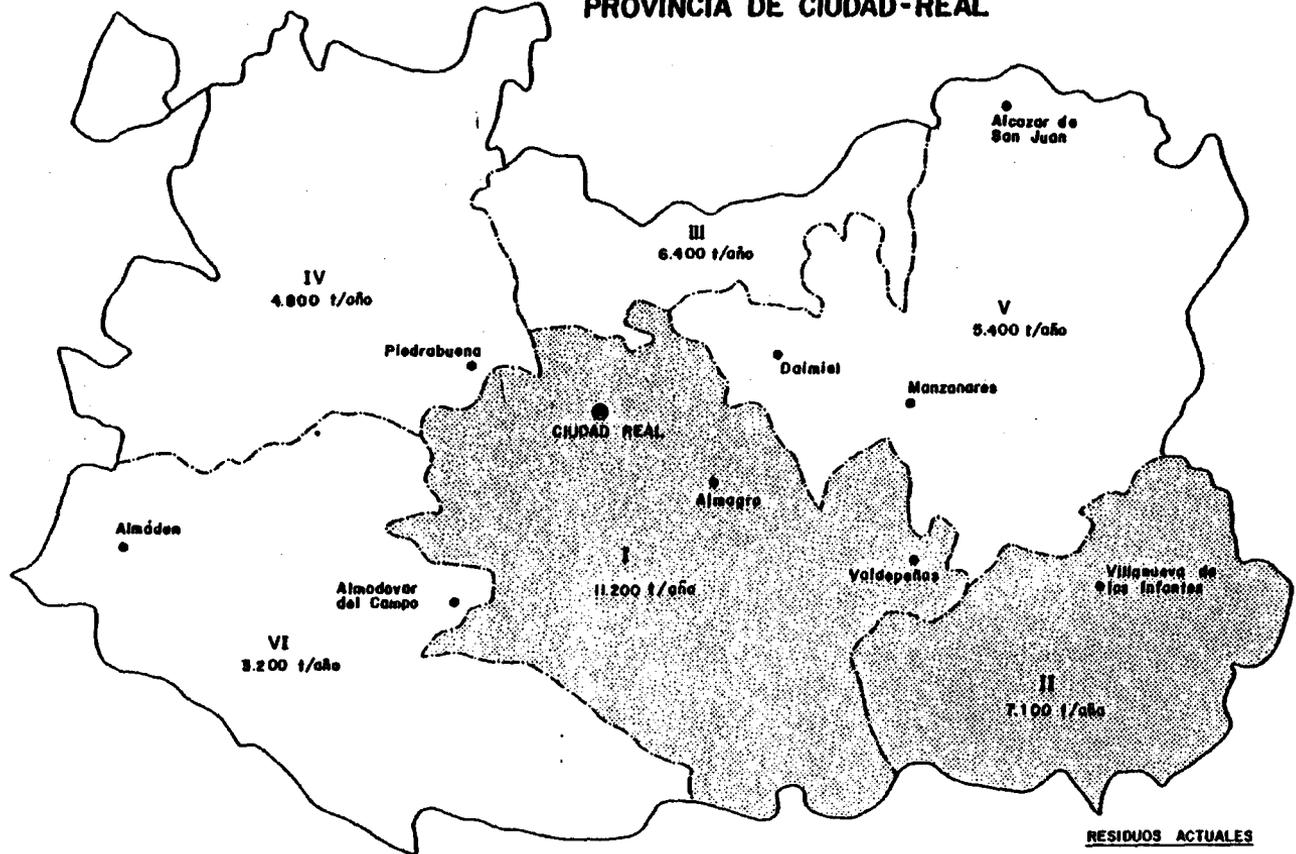
Oscila entre 0,50 - 0,80 ptas/kg para una distancia media de 30 Km.

##### c) Coste total

- Leña y ramón: 1,80 - 2,10 ptas/kg

En el mapa adjunto figura la producción de residuos actuales en las comarcas de interés olivarero.

**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ZONAS Y COMARCAS CON INTERES EN CULTIVO DE OLIVAR. PROVINCIA DE CIUDAD-REAL**



**RESIDUOS ACTUALES**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
|  | I CAMPO DE CALATRAVA : 11.200 t/año |
|  | II CAMPO DE MONTIEL : 7.100 t/año   |
|  | III NORTE : 6.400 t/año             |
|  | IV DE LOS MONTES : 4.800 t/año      |
|  | V LA MANCHA : 5.400 t/año           |
|  | VI DE LOS PASTOS : 3.200 t/año      |

### 3.2.4.- Toledo

La provincia de Toledo está integrada por siete comarcas de las cuales destacan dos en cuanto a la importancia del cultivo del olivar. Una de ellas corresponde a la Comarca Centro y parte de la Comarca de Navahermosa y la otra es la comarca - de Mora, con núcleo principal en Mora de Toledo.

El marco de plantación se puede considerar de 70 olivos /ha, y la frecuencia de poda es cada dos años. El tipo de poda en esta provincia no es tan severo como en la Comarca del Campo de Montiel, por lo que el volúmen de leña es menor.

En relación a la cantidad de residuos generados en una - poda normal, y denominando leña a las ramas con diámetro superior a 7 cm, los datos obtenidos son los siguientes:

- Leña ..... 0,6 t/ha/año
- Ramón ..... 0,25 - 0,30 t/ha/año

Aplicando estos coeficientes a la superficie provincial distribuidos por comarcas, se obtiene:

| <u>Comarca</u>    | <u>S.Olivar<br/>(ha)</u> | <u>Total residuos(t/año)</u> |               | <u>(t/año)<br/>Total potencial</u> |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------------|
|                   |                          | <u>Leña</u>                  | <u>Ramón</u>  |                                    |
| Centro            | 15.000                   | 9.000                        | 4.500         | 13.500                             |
| Jara, La          | 5.000                    | 3.000                        | 1.500         | 4.500                              |
| Mancha, La        | 15.000                   | 9.000                        | 4.500         | 13.500                             |
| Mora              | 20.000                   | 12.000                       | 6.000         | 18.000                             |
| Navahermosa       | 10.000                   | 6.000                        | 3.000         | 9.000                              |
| Talavera          | 5.000                    | 3.000                        | 1.500         | 4.500                              |
| Torrijos-Sagra,La | 14.000                   | 8.400                        | 4.200         | 12.600                             |
| <b>T O T A L</b>  | <b>84.000</b>            | <b>50.400</b>                | <b>25.200</b> | <b>75.600</b>                      |

### Utilización de los residuos

A este respecto cabe destacar que el aprovechamiento de la leña varía bastante según las comarcas. Así en la Comarca - de Mora la utilización es del 100% para combustible y un 20% - para el ramón como alimentación de ganado.

Sin embargo, en el resto de las comarcas existe una utilización de la leña del 20% y para el ramón un 20%.

Aplicando estos % a los residuos existentes, se obtiene la cantidad total de residuos disponibles en la actualidad.

| Comarca            | S. Olivar<br>(Ha) | Residuos actuales (t/año) |               | Total actual<br>(t/año) |
|--------------------|-------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
|                    |                   | Leña                      | Ramón         |                         |
| Centro             | 15.000            | 7.200                     | 3.600         | 10.800                  |
| Jara, La           | 5.000             | 2.400                     | 1.200         | 3.600                   |
| Mancha. La         | 15.000            | 7.200                     | 3.600         | 10.800                  |
| Mora               | 20.000            | -                         | 4.800         | 4.800                   |
| Navahermosa        | 10.000            | 4.800                     | 2.400         | 7.200                   |
| Talavera           | 5.000             | 2.400                     | 1.200         | 3.600                   |
| Torrijos-Sagra, La | 14.000            | 6.700                     | 3.300         | 10.000                  |
| <b>T O T A L</b>   | <b>84.000</b>     | <b>30,700</b>             | <b>20.100</b> | <b>50.800</b>           |

En cuanto a la tendencia del sector para los diez próximos años, es de una reducción progresiva del olivar en todas las comarcas, excepto en la de Mora de Toledo.

### Estudio económico

Se han analizado los costes de recogida, quema y transporte de los residuos, con el objeto de plantear su posible aprovechamiento, obteniéndose los siguientes resultados:

a) Coste de recogida y quema

- 1,00 ptas/kg

b) Coste de transporte

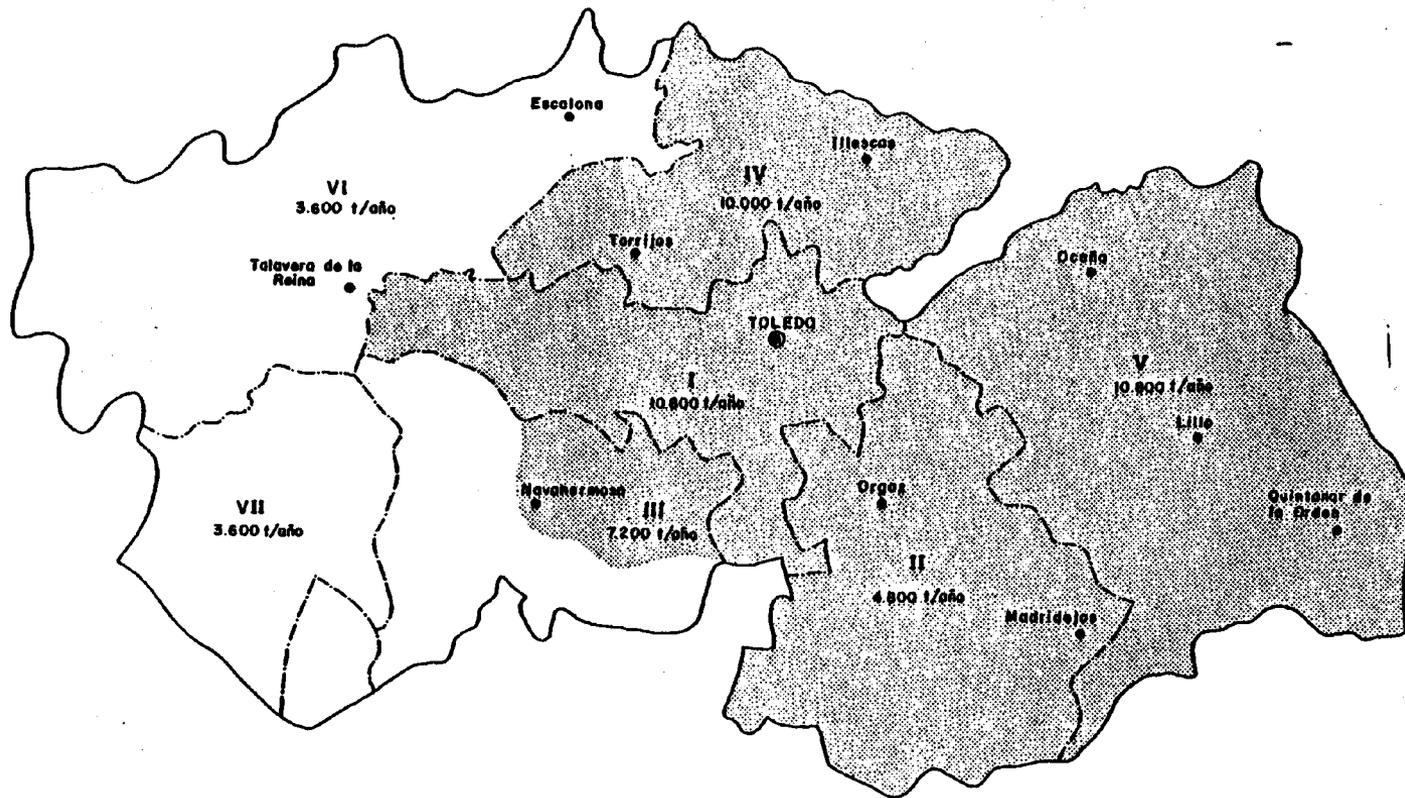
Oscila entre 0,60 - 0,80 ptas/kg para una distancia media de 30 km.

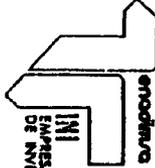
c) Coste total

Leña + Ramón: 1,60 - 1,80 pts/kg.

En el mapa adjunto figura la producción de residuos actuales o disponibles en las principales comarcas olivareras.

**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ZONAS Y COMARCAS CON  
INTERESES EN CULTIVO DE OLIVAR.  
PROVINCIA DE TOLEDO**



  
**INI**  
 EMPRESA NACIONAL OLANO  
 DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.

**RESIDUOS ACTUALES**

|  |                               |  |                                     |  |                               |
|--|-------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------|
|  | I CENTRO : 10.800 t/año       |  | IV TORRIJOS-LA SAGRA : 10.000 t/año |  | VI LA JARA : 3.600 t/año      |
|  | II MORA : 4.800 t/año         |  | V LA MANCHA : 10.800 t/año          |  | VII LA TALAVERA : 3.600 t/año |
|  | III NAVAHERMOSA : 7.200 t/año |  |                                     |  |                               |

TABLA 1.- DISTRIBUCION COMARCAL DE RESIDUOS Y COSTES

| COMARCAS<br>(PROVINCIAS) | S. OLIVAR<br>(ha) | COEF. GENERADOR<br>(t/ha/año) | TOTAL (t/año)<br>RESIDUO POTEN<br>CIAL | TOTAL (t/año)<br>RESIDUO AC<br>TUAL | COSTE RE<br>COGIDA<br>(Pts/kg) | COSTE<br>TRANSPORTE<br>(Pts/kg) | COSTE<br>TOTAL<br>(Pts/kg) |
|--------------------------|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Bajo Ebro                | 50.000            | 1                             | 50.000                                 | 8.000                               | 1,0-1,50                       | 0,50-0,70                       | 1,50-2,20                  |
| S. Mateo-Maestrazgo      | 20.000            | 1                             | 20.000                                 | 3.200                               |                                |                                 |                            |
| TARRAGONA-CASTELLON      | 70.000            |                               | 70.000                                 | 11.200                              | 1,0-1,50                       | 0,50-0,70                       | 1,50-2,20                  |
| Gata-Burdos              | 21.000            | 1,8                           | 37.800                                 | 34.000                              |                                |                                 |                            |
| Vera                     | 7.500             | 1,8                           | 13.500                                 | 12.500                              |                                |                                 |                            |
| Iboras                   | 9.000             | 1,8                           | 16.200                                 | 15.000                              | 0,50-1,0                       | 0,60-0,80                       | 1,10-1,80                  |
| Montánchez-Guadal.       | 14.500            | 1,8                           | 26.100                                 | 24.000                              |                                |                                 |                            |
| Resto Provincia          | 22.000            | 1,8                           | 39.600                                 | 36.500                              |                                |                                 |                            |
| CACERES                  | 74.000            |                               | 133.200                                | 122.000                             | 0,50-1,0                       | 0,60-0,80                       | 1,10-1,80                  |
| NO Alburquerque          | 10.000            | 1,6                           | 16.000                                 | 12.500                              |                                |                                 |                            |
| Vegas Guadiana           | 30.000            | 1,6                           | 48.000                                 | 37.000                              |                                |                                 |                            |
| Serena, La               | 15.000            | 1,6                           | 24.000                                 | 18.500                              |                                |                                 |                            |
| Siberia, La              | 21.000            | 1,6                           | 33.600                                 | 26.000                              | 0,40-0,80                      | 0,50-0,80                       | 0,90-1,60                  |
| Llerena                  | 23.000            | 1,6                           | 36.800                                 | 28.500                              |                                |                                 |                            |
| Barros                   | 57.000            | 1,6                           | 91.000                                 | 70.500                              |                                |                                 |                            |
| Jerez                    | 20.000            | 1,6                           | 32.000                                 | 25.000                              |                                |                                 |                            |
| BADAJOS                  | 176.000           |                               | 281.400                                | 218.000                             | 0,40-0,80                      | 0,50-0,80                       | 0,90-1,60                  |
| Montes, De los           | 15.000            | 0,75                          | 11.000                                 | 5.000                               |                                |                                 |                            |
| Norte                    | 20.000            | 0,75                          | 15.000                                 | 6.500                               |                                |                                 |                            |
| Campo de Calatrava       | 35.000            | 0,75                          | 26.000                                 | 11.000                              | 1,30                           | 0,50-0,80                       | 1,80-2,10                  |
| Mancha                   | 17.000            | 0,75                          | 13.000                                 | 5.500                               |                                |                                 |                            |
| Pastos, De los           | 10.000            | 0,75                          | 7.500                                  | 3.000                               |                                |                                 |                            |
| Campo de Montiel         | 15.000            | 0,75                          | 16.500                                 | 7.000                               |                                |                                 |                            |
| CIUDAD REAL              | 112.000           |                               | 89.000                                 | 38.000                              | 1,30                           | 0,50-0,80                       | 1,80-2,10                  |
| Centro                   | 15.000            | 0,90                          | 13.500                                 | 11.000                              |                                |                                 |                            |
| Jara, La                 | 5.000             | 0,90                          | 4.500                                  | 3.500                               |                                |                                 |                            |
| Mancha, La               | 15.000            | 0,90                          | 13.500                                 | 11.000                              |                                |                                 |                            |
| Mora                     | 20.000            | 0,90                          | 18.000                                 | 5.000                               | 1,00                           | 0,60-0,80                       | 1,60-1,80                  |
| Navahermosa              | 10.000            | 0,90                          | 9.000                                  | 7.000                               |                                |                                 |                            |
| Talavera                 | 5.000             | 0,90                          | 4.500                                  | 3.500                               |                                |                                 |                            |
| Torrijos-Sagra, La       | 14.000            | 0,90                          | 12.500                                 | 10.000                              |                                |                                 |                            |
| TOLEDO                   | 84.000            |                               | 75.500                                 | 51.000                              | 1,00                           | 0,60-0,80                       | 1,60-1,80                  |

En la Tabla I se especifica la producción comarcal dentro de cada provincia de los residuos generados en la poda del olivar, así como los costes de producción y transporte de los mismos, para cada provincia de Tarragona, Castellón, Cáceres, Badajoz, Ciudad Real y Toledo.

### 3.2.5.- Andalucía

Se recoge la información contenida en los informes "Notas sobre el aprovechamiento de subproductos de poda en el olivar de Jaén" Octubre de 1980 y "Resultados de los estudios y seguimientos sobre los aprovechamientos de los residuos de poda del olivar en la provincia de Jaén, Mayo 1981" redactado por la Delegación Provincial de Jaén del Ministerio de Agricultura.

#### 3.2.5.1.- Provincia de Jaén

#### La producción de los subproductos de poda en el olivar de Jaén

En la provincia de Jaén se practica de forma generalizada, en el olivar adulto, una poda de renovación con ritmo bianual.

De las ramas cortadas a los olivos en la poda, y en el mismo campo, se efectúa una operación complementaria que consiste en separar las "leñas" y los "ramones". La leña contiene sólo troncos y ramas que superan los 3 cm de diámetro, mientras que en los ramones se encuentran las hojas, ramillas y ramas de menor espesor.

En el Anejo nº 1 se incluyen datos con la producción de aceituna, ramones y leñas de los olivos, obtenidos de ensayos efectuados por la Delegación de Agricultura de Jaén entre los años 1973 y 1980 en Explotaciones Olivareras Colaboradoras, en olivos de variedad Picual.

Con estos datos es posible estudiar las correlaciones - parciales existentes entre producción media anual de aceituna (kg/olivo) y la cantidad de leñas y ramones extraídos cada dos años en la poda, tal como se presentan en el Anejo n° 2.

- 1.- Los ensayos de la finca El Ardón, con un ámbito de producción de aceituna entre 18 y 40 kg/olivo, permiten establecer las rectas de regresión:

$$y^1 = 0,88 x + 4,76$$

$$y^2 = 0,74 x - 6,48$$

Siendo  $x$  = Producción media anual de aceituna (kg/olivo)  
 $y^1$  = Ramones obtenidos en la poda bianual (kg/olivo)

- 2.- Ensayo de poda en la finca colaboradora La Almedina. (Resultados de 8 años).

Producción media  $x$  = 58,36 kg/olivo  
 Ramones (en poda bianual)  $y^1$  = 55,14 kg/olivo  
 Leñas (en poda bianual)  $y^2$  = 38,56 kg/olivo  
 Se ajusta a las regresiones anteriores.

- 3.- Finca La Candonga. Datos medios de 1.981

Producción = 65 kg/olivo  
 Ramones = 45,64 kg/olivo  
 Leñas = 40,24 kg/olivo

- 4.- Finca Donadio. Datos medios de 1981

Producción = 53 kg/olivo  
 Ramones = 27,50 kg/olivo  
 Leñas = 14,55 kg/olivo

## 5.- Finca La Lola. Datos medios de 1981

Producción = 39 kg/olivo

Ramones = 29,18 kg/olivo

Leñas = 9,50 kg/olivo

## 6.- Controles en varias zonas de La Candonga. Año 1981.

| <u>Ramones kg/olivo</u> | <u>Leñas kg/olivo</u> |
|-------------------------|-----------------------|
| 36                      | 22                    |
| 32                      | -                     |
| -                       | 26,5                  |

Inventario de ramones y leñas de olivo en la provincia de Jaén:

En función de los datos provisionales del último inventario y de la correlación estudiada entre producción y cantidades de ramones y leñas, se obtienen las siguientes cantidades:

| Comarca                        | Superficie<br>Olivar Ha. | Productos anuales de poda<br>(Tm) |                |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------|
|                                |                          | Ramón                             | Leña           |
| Sierra Morena                  | 29.400                   | 24.226                            | 7.691          |
| El Condado                     | 48.400                   | 39.291                            | 14.810         |
| Sierra de Segura               | 36.700                   | 28.644                            | 4.844          |
| Campaña Norte                  | 71.100                   | 74.712                            | 33.019         |
| La Loma                        | 79.400                   | 80.988                            | 34.777         |
| Campaña Sur                    | 90.600                   | 102.088                           | 47.982         |
| Mágina                         | 34.700                   | 33.775                            | 12.039         |
| Sierra de Cazorla              | 26.900                   | 25.770                            | 10.394         |
| Sierra Sur                     | 44.200                   | 41.172                            | 13.764         |
| <b>TOTAL PROVINCIA DE JAEN</b> | <b>461.400</b>           | <b>450.666</b>                    | <b>179.320</b> |

Producción de leñas y ramones en el olivar de almazara en las principales provincias olivareras de Andalucía, excluido Jaén:

|                 | <u>Superficie</u> | <u>Ramón</u> | <u>Leña</u> |
|-----------------|-------------------|--------------|-------------|
| - Córdoba ..... | 290.000           | 236.270      | 69.513      |
| - Granada ..... | 114.000           | 81.157       | 14.467      |
| - Málaga .....  | 108.000           | 66.145       | 4.715       |
| - Sevilla ..... | 113.000           | 80.154       | 17.045      |
| - SUMA .....    | 625.000           | 463.726      | 105.744     |

Evolución de los aprovechamientos de los subproductos de poda del olivar

En la década de los años cincuenta los ramones eran retirados parcialmente para aprovechamiento ganadero en aquellos olivares situados en comarcas con cabaña importante de ganado ovino y caprino o en explotaciones ganaderas. Las leñas se transportaban a los núcleos rurales, casas de labor e industrias almazareras o de cerámica para utilizarlos como combustible.

Quince o veinte años después las leñas tenían un aprovechamiento muy parcial para combustión, siendo los gastos de transporte los que fijaban su valor. Los ramones han llegado a un mínimo de interés ganadero por el elevado coste de la carga y transporte, habiéndose generalizado en la explotación olivarrera la destrucción por quema, lo que ocasiona un gasto importante que se deja sentir en el coste de producción. En los años 1970-75 comenzó a considerarse como interesante la destrucción mecánica de los ramones. La plantación de olivares intensivos hacía necesario la aplicación de este sistema. La Dirección General de la Producción Agraria, los centros del INIA y el Ser

ESQUEMA DEL POSIBLE APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE LA PODA DEL OLIVAR EN LA PROVINCIA DE

J A E N

| Subproductos de poda del olivar | Aprovechamiento actual   | Máquinas utilizables para un mejor aprovechamiento   | Aprovechamientos alternativos una vez recogidos y picados los subproductos   |  | Otros empleos  |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|
|                                 |  |  | Combustible  | Alimentación animal y combustible  |  |
| <p>RAMONES:<br/>412.500 Tm.</p> | <p>Prácticamente nulo. Se quema en el campo</p>  | <p>Picadora-cargadora de ramón, arrastrada por tractor. Con su utilización pueden recogerse 340.000 Tm. de ramones</p> | <p><u>Ramón picado.</u> Material granular para quemar en hornos: 340.000 Tm. Poder calorífico equivalente a 105 millones de Kgr de fuel-oil. Para la industria cerámica principalmente</p>                     | <p>Ramón picado deshojado: 170.000 Tm. Empleo similar al descrito en la columna anterior. Poder calorífico equivalente a 52'5 millones de Kgr. de fuel-oil</p> | <p>Posibilidad de destinar parte de los ramones picados y deshojados a la industria de la celulosa</p> <p>Con parte de la hoja se pueden preparar productos complementarios de alimentación ganadera: harina, gránulos, etc.</p> |
|                                 |  | <p>Separadora de hoja (después de utilizar la máquina anterior)</p>  |  | <p>Hojas de olivo con algunas ramillas finas: 170.000 Tm. Para alimentación de rumiantes</p>   |  |
| <p>LEÑAS:<br/>165.000 Tm.</p>   | <p>82.500 Tm. para combustible en zonas rurales. Su almacenamiento favorece la extensión de la plaga del "barrenillo". Otra cantidad no tiene aprovechamiento y se quema en el campo</p> | <p>Astilladoras. Máquina fija. Podría tratarse la totalidad de la producción: 165.000 Tm.</p>                          | <p><u>Astilla</u> de leña de pequeño tamaño. Material granular para quemar en hornos: 165.000 Tm. Poder calorífico equivalente a 51 millones de Kgr. de fuel-oil. Para consumo rural e industria cerámica.</p> |  | <p>En parte podrían destinarse a materia prima de la industria celulósica.</p>   |

vicio de Extensión Agraria organizaron demostraciones de maquinaria que podía utilizarse con este objetivo, habiéndose conseguido, como consecuencia de las aportaciones de las diversas máquinas, varios tipos que actúan de forma correcta, picando los ramones amontonados en las entrelíneas de los olivares, e incorporándolos al terreno como enmienda orgánica.

El paso siguiente, deseado por agricultores, ganaderos y técnicos, es el de la recuperación del material picado para poder destinarlo, según conviniera, a otros usos.

En los ensayos sobre nuevas técnicas dentro del Plan de Reconversión del Olivar, se estudió la posibilidad de aplicar máquinas de carácter forestal a la trituración y recuperación de ramones, habiéndose ensayado en la provincia de Jaén una máquina de fabricación escandinava propiedad del ICONA, pero se puso en evidencia que el sistema de alimentación no era adecuado para las ramas del olivo. Quedaba de manifiesto el interés de este tipo de máquinas pero también que era necesario introducir reformas para su empleo en el olivar.

### 3.3.- RESUMEN DE LA GENERACION DE RESIDUOS EN LAS ZONAS OLIVARERAS ESPAÑOLAS

| PROVINCIAS | S. OLIVAR<br>(ha) | TOTAL (t/año)<br>RESIDUOS<br>POTENCIALES | TOTAL (t/año)<br>RESIDUOS<br>ACTUALES |
|------------|-------------------|--|---------------------------------------|
| Tarragona  | 70.000            | 70.000                                   | 11.200                                |
| Castellón  | 74.000            | 133.200                                  | 122.000                               |
| Cáceres    | 176.000           | 281.400                                  | 218.000                               |
| Badajoz    | 112.000           | 89.000                                   | 38.000                                |
| Ciudad R.  | 84.000            | 75.500                                   | 51.000                                |
| Toledo     | 461.400           | 629.986                                  | 547.486                               |
| Córdoba    | 290.000           | 305.783                                  | -                                     |
| Granada    | 114.000           | 95.624                                   | -                                     |
| Málaga     | 108.000           | 70.860                                   | -                                     |
| Sevilla    | 113.000           | 97.199                                   | -                                     |

A la vista de estos resultados se observa que las provincias andaluzas son las más idóneas para el aprovechamiento integral de los residuos de la poda del olivar, destacando en tre ellas la provincia de Jaén. En ésta provincia el cultivo - del olivar es muy superior al resto de las provincias, siendo este cultivo básico dentro del panorama agrícola de Jaén.

Esta característica hace que el cultivo del olivar en Jaén sea estable, originando un buen desarrollo de las labores de tratamiento y poda, con una mínima tendencia a la sustitución de éste cultivo, con lo que se asegura una estable producción de éstos residuos.

Todas éstas consideraciones permiten un adecuado plan de trabajo para el aprovechamiento de ésta importante fuente - de residuos, tanto desde el punto de vista energético debido a la ubicación de importantes núcleos industriales capaces de - utilizar leña como combustible (Bailén, Andujar, ...) como ganadero, mediante aprovechamiento de la hoja para alimentación del ganado, ya que aunque no presenta un alto valor ganadero podría tener interés coyuntural en épocas de sequía.

Además de Andalucía existe en Extremadura una masa importante del cultivo de olivos con una significativa producción de residuos capaces de ser aprovechados, destacando principal- mente Badajoz.

4.- ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DEL  
APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA  
PODA DEL OLIVAR

Una vez realizado el inventario de los residuos originados en la poda del olivar, se ha pasado a realizar un programa de aprovechamiento de estos residuos en colaboración con la Delegación Provincial de Agricultura de Jaén y la Granja Escuela de Marmolejo.

Este programa consta de los siguientes puntos fundamentales:

- Evaluación de costes y rendimientos en el amontonamiento del ramón.
- Picado "in situ" del ramón con diferentes máquinas - evaluando el rendimiento óptimo de la operación.
- Separación del producto picado en dos centros existentes, UTECO y la Granja Escuela de Marmolejo.
- Máquina astilladora de leña en instalación fija.
- Características de la astilla para su valoración energética.
- Valoración ganadera de la hoja de olivo obtenida en las máquinas astilladoras móviles.

4.1.- EVALUACION DE COSTES Y RENDIMIENTOS EN  
AMONTONAMIENTO DEL RAMON

Resultado obtenido en la Campaña 80-81:

En esta campaña se realizó una serie de ensayos en diferentes fincas, evaluando los tiempos útiles de amontonado de ramón en el campo, así como un estudio económico de poda, separación de ramón, amontonamiento y quema.

Se probaron diferentes tipos de amontonamiento obteniéndose los siguientes datos:

TABLA II

TIEMPOS EFECTIVOS DE AMONTONADO DE RAMONES EN EL CAMPO

| Montón cada | Kgr. de ramón | Tiempo de peón por montón |                   |                  | Coste   |           |
|-------------|---------------|---------------------------|-------------------|------------------|---------|-----------|
|             |               | Total minutos             | Por olivo minutos | Por Kgr segundos | Pts/kgr | Pts/olivo |
| 2 olivos    | 72            | 57,50                     | 2,61              | 4,36             | 0,24    | 8,70      |
| 4 olivos    | 120           | 64,87                     | 2,39              | 4,79             | 0,27    | 7,97      |
| 18 olivos   | 810           | 129,13                    | 7,17              | 9,56             | 0,53    | 23,90     |

Para pasar a tiempos reales habrá que multiplicar por 1,30 - 1,45.

A la vista del resultado se observa que el amontonamiento de 2 en 2 olivos, origina en los residuos unos costos más bajos, frente a los otros dos tipos de amontonamiento.

Resultados obtenidos en la campaña 81-82:

Se siguen dos modalidades de recogida de ramón.

a) Recogida de ramón amontonado con rastrillo

El sistema de trabajo consistió en recoger el ramón después de la poda utilizando un tractor equipado en la parte anterior con un rastrillo, capacitado para recoger considerables cantidades del ramón almacenado en las calles.

De este tipo de recogida se hicieron dos variantes:

Recogida Central: Se analizó el amontonamiento del ramón de las dos filas de olivos que componen una calle. Previamente se ha situado la poda en la parte central de la calle. Después se pasa el rastrillo recogiendo las ramas podadas y dejándolo en la cola de la misma. Seguidamente se pasa a la fila contigua iniciando la recogida en la cola y depositándolo en la cabeza de esta segunda calle y así sucesivamente.

Este tipo de pruebas se realizó en tres calles, con dos peones obteniéndose los siguientes datos:

| <u>Mano de obra</u> | <u>n° olivos</u> | <u>Tiempo Real</u> | <u>Tiempo efectivo</u> |
|---------------------|------------------|--------------------|------------------------|
| 2                   | 94               | 2 h 11 min         | 1 h 38 min.            |

Rendimiento a) Real: 1,29 min/olivo <> 2,58 min/olivo/peón  
b) Efectivo: 1,04 min/olivo <> 2,08 min/olivo/peón

2 LATERAL: Consiste en amontonar en los laterales de cada calle el ramón correspondiente a la mitad de cada olivo de las dos filas que integran la calle, para después pasar dos veces el rastrillo por la misma calle (una por cada lateral) dejando el ramón en la cabeza y cola de la calle.

Este tipo de prueba se realizó en tres calles, obteniéndose los siguientes datos:

| <u>Mano de obra</u> | <u>n° olivos</u> | <u>Tiempo Real</u> | <u>Tiempo efectivo</u> |
|---------------------|------------------|--------------------|------------------------|
| 2                   | 62               | 1 h 50 min         | 1h 17 min              |

Rendimiento a) Real: 1,77 min/olivo <> 3,50 min/olivo/peón  
b) Efectivo: 1,24 min/olivo <> 2,48 min/olivo/peón

b) Amontonamiento tradicional 4 : 4

Recogida tradicional (4:4): Consiste en amontonar manualmente de cuatro en cuatro olivos.

En esta operación se controló el tiempo correspondiente a doce montones de cuatro olivos, obteniéndose los siguientes datos:

| <u>Mano de obra</u> | <u>n° olivos</u> | <u>Tiempo Real</u> |
|---------------------|------------------|--------------------|
| 2                   | 60               | 1 h 56 min         |

Rendimiento: 1,93 min/olivo <> 3,86 min/olivo/peón

|                 | Amontonamiento min/olivo/peón |      | Coste pts/kg |          |
|-----------------|-------------------------------|------|--------------|----------|
|                 | Kr                            | Ke   | Real         | Efectivo |
| Tipo Central    | 2,78                          | 2,08 | 0,30         | 0,23     |
| Tipo 2 lateral  | 3,54                          | 2,48 | 0,39         | 0,27     |
| Tipo 4:4(81-82) | 3,86                          | -    | 0,42         | -        |
| Tipo 4:4(80-81) | 3,10                          | 2,39 | 0,34         | 0,26     |

Comparando los datos obtenidos en las tres modalidades, se observa un mejor rendimiento en el tipo central, si bien es tos rendimientos hay que considerarlos dentro del marco de una operación aislada, ya que para el aprovechamiento íntegro hay que tener en cuenta la operación de picado.

En cuanto a los datos obtenidos para el tipo 4:4 en las dos campañas, se observa una diferencia de  $\approx 1$  min, las causas de ésta variación son principalmente el diferente rendimiento de la mano de obra, así como la mayor o menor producción de ra mones.

Al igual que el control de tiempos efectuado para el - amontonamiento, se realizó un pequeño estudio económico en la campaña 80-81, contemplando la poda, separación ramón, amontonamiento y quema, así como la carga y transporte de la leña.

A la vista de los datos de la tabla III se observa que los jornales que el agricultor viene empleando en la separación y quema del ramón son superiores a los necesarios para un aprovechamiento por picado.

ESTUDIO ECONOMICO DE PODA, SEPARACION DEL RAMON,  
AMONTONADO Y QUEMA CAMPAÑA 80-81

TABLA III

| ZONA        | PODA<br>Jornales/Ha | SEPARACION<br>DEL RAMON<br>Jornales/Ha | AMONTONADO<br>Y QUEMA<br>Jornales/Ha | AMONTONADO<br>PARA<br>PICADORA |
|-------------|---------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------|
| Martos      | 2                   | 1,00                                   | 1                                    | -                              |
| Casarejo    | 2                   | 1,00                                   | 2                                    | -                              |
| La Candonga | 2,95                | 1,60                                   | -                                    | 1,22                           |
| Donadio     | 1,50                | 1,30                                   | -                                    | 0,76                           |
| La Lola     | 1,74                | 1,00                                   | -                                    | 0,28                           |

TABLA IV  
CARGA Y TRANSPORTE DE LEÑA CAMPAÑA 80-81

| Finca              | Recogida, carga y transporte a era |              | Carga en camión |                   | Transporte camión                       |
|--------------------|------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|---|
|                    | Tiempo h/Ha                        | Coste pts/kg | Hora/Ha         | Pts/kg            |   |
| Lomas de las Pílas | 1,75 peón<br>0,65 tractor          | 0,60<br>-    | 0,875<br>-      | 0,22<br>-         | -<br>-                                  |
| Martos             | -                                  | -            | -               | 0,30<br>(Destajo) | A razón de tarifa (2) dividido por 0,85 |
| Donadio            | 0,94 peón                          | 2,06(1)      | -               | -                 | -                                       |
| La Lola            | 0,74 peón                          | 2,16(1)      | -               | -                 | -                                       |
| La Candonga        | 1,59 peón                          | 1,08(1)      | -               | -                 | -                                       |

(1) Puesto en contenedor.

(2) Coeficiente de carga de la leña 0,85.

Coste aproximado de leña en Bailén 1,50 a 2,00 pts/kg.

Se paga a 2 pts/kg.

#### 4.2.- PICADO

Para la operación de picado se utilizó máquinas astilladoras móviles, cuyas características técnicas son las siguientes:

##### Máquina Dorsch

###### Características técnicas:

- Modelo CAPINKA 3
- Diámetro del rotor ..... 400 mm
- Anchura del rotor ..... 330 mm
- N° de cuchillas ..... 3
- Apertura máxima del basculante. 120 mm

- Producción aprox. .... 1.200 kg/h
- Tamaño de astillas ..... 0 - 12 mm

Se trata de una máquina de tambor horizontal, montada sobre un chasis provisto de neumáticos que es transportada y accionada por un tractor de 60 cv, mediante su acoplamiento a la toma de fuerza del mismo.

La alimentación se realiza por dos rodillos dentados especiales, accionados hidráulicamente mediante motores de baja velocidad y elevado par, que permite ajustar su velocidad entre amplios límites de manera que se puede variar la longitud de astillas.

La salida de astillas se efectúa por un ventilador que las impulsa hacia el remolque de carga situado detras de la máquina.

Este conjunto de tractor, máquina y remolque sólo puede utilizarse en terrenos de topografía afable.

La producción real media controlada en la campaña ha sido de 1.131 kg/h.

### Máquinas Bruks

#### Características técnicas:

- Modelo tipo 722
- Capacidad de astillas ..... 10 - 12 m<sup>3</sup>/h
- Potencia necesaria ..... 30 - 60 kw
- Abertura de alimentación ancho x alto ..... 240 x 200 mm
- N° de cuchillos ..... 5
- Tamaño de astillas ..... 4 - 8 - 12 m/m

Se trata de una máquina de disco inclinado, que se monta en la parte trasera de un tractor agrícola y es accionada por la toma de fuerza del mismo.

La alimentación se realiza por dos rodillos especiales helicoidales, accionados mediante un motor hidráulico y transmisión por cadenas.

La salida de astillas se realiza por un ventilador constituido por el mismo disco de astillado que las impulsa hacia el remolque de carga.

Este conjunto tractor-máquina y remolque permite su utilización en terrenos de topografía más accidentados.

La producción real media controlada en la campaña ha sido de 940 kg/h.

Además se utilizó una máquina móvil Bruks modelo tipo - 980 MT con las siguientes características técnicas.

- Capacidad de astillas :..... 25 m<sup>3</sup>/h
- Potencia requerida ..... 40 - 80 kw
- Abertura de boca ancho x alto . 260 x 250 mm
- N° de cuchillas .....
- Tamaño de astillas ..... ≈ 50 mm

Esta máquina no dió resultado en cuanto a picado de ramón puesto que la distancia desde la salida de los rodillos de entrada del material hasta la contracuchilla en la que se efectúa el corte era excesivo y daba lugar a atascamientos del ramón expulsándolo por la periferia de los rodillos. Este problema se evitaba cuando entraba con el ramón, madera gruesa que contribuía a su arrastre.

4.2.1.- Campaña 80 - 81

En esta campaña sólo se utilizó la máquina Dorsch. Se realizaron los siguientes ensayos efectivos. Un montón cada olivo.

Se realizó un control de tiempos sobre ramón amontonado a razón de 1 montón por olivo, con 57 kg de ramón por tamaño medio.

- Tiempo de picado ..... 87,65% del total
- Tiempo de desplazamiento ..... 12,35% del total

El rendimiento de la máquina es de 1.707 kg/hora, referido a tiempo efectivo de picado.

Los tiempos empleados por kg de ramón picado son:

- 2,40 seg de tractor con picadora y remolque
- 2,40 seg de tractorista.
- 4,81 seg de peón.

El corte es de 1,39 pts/kg.

Un montón cada 18 olivas.

Igualmente se realizó otro control de tiempos efectivos sobre ramón amontonado a razón de 1 montón por cada 18 olivos con 810 kg de ramón.

- Tiempo de picado ..... 97,87% del total
- Tiempo de transporte ..... 2,13% del total

El rendimiento de la máquina es de 2.113 kg/h referido a tiempo efectivo de picado.

Los tiempos empleados por kg de ramón picado son:

- 1,74 seg de tractor con picadora y remolque
- 1,74 seg de tractorista.
- 3,48 seg de peón

El coste es de 1,00 pts/kg.

A continuación se detallan en las tablas (V y VI), los tiempos efectivos, costes de amontonado y picado de ramón en campo, así como una cuantificación en diferentes fincas, del rendimiento de las máquinas picadoras marca: Dorch, Maier, - mod. Capinkas.

Del estudio comparativo del amontonado y picado conjuntamente según tabla n° V se desprende que el caso más favorable se presenta con el amontonado de 18 olivos con un coste total de 1,53 pts/kg.

El seguimiento de las máquinas astilladoras en la campaña 80 - 81, según tabla VI pone de manifiesto que el coste medio en el picado de ramón en el campo es de 2,77 pts/kg con rendimientos por picadora de 4,7 toneladas día.

#### 4.2.2.- Operaciones complementarias al picado del ramón

##### 1.- Descarga de remolques sobre montón

Si son basculantes, como es recomendable, la descarga no supone tiempo práctico.

Si no es basculante, en Martos han tardado media hora en la descarga de un remolque con unos 3.000 kg de ramón, trabajando el tractorista y un ayudante. El coste de la operación puede estimarse en 500 pts por remolque (0,50 h de tractor, in

TABLA V

TIEMPOS UTILES Y COSTES DE AMONTONADO Y PICADO DE RAMONES EN CAMPO

| Montón cada | Kgr. de ramón | Tiempo de amontonado |               | Tiempo de picado |        |               |        | Coste total ptas |        |       |            |        |       |
|-------------|---------------|----------------------|---------------|------------------|--------|---------------|--------|------------------|--------|-------|------------|--------|-------|
|             |               | Por olivo (min)      | Por kgr (seg) | por olivo (min)  |        | por kgr (seg) |        | Por olivo        |        |       | Por kgr    |        |       |
|             |               |                      |               | Máquina          | Hombre | Máquina       | Hombre | Amontonado       | Picado | Total | Amontonado | Picado | Total |
|             |               |                      |               |                  |        |               |        |                  |        |       |            |        |       |
| 2 olivos    | 72            | 2,61                 | 4,36          | 1,51             | 4,05   | 2,53          | 7,59   | 8,70             | 50,75  | 59,45 | 0,24       | 1,46   | 1,70  |
| 4 olivos    | 120           | 2,39                 | 4,79          | 1,28             | 3,85   | 2,56          | 7,70   | 7,97             | 44,40  | 52,37 | 0,27       | 1,48   | 1,75  |
| 18 olivos   | 810           | 7,17                 | 9,56          | 1,31             | 3,92   | 1,74          | 5,22   | 23,90            | 45,38  | 69,28 | 0,53       | 1,00   | 1,53  |

Para pasar de tiempos útiles a efectivos hay que considerar un coeficiente del orden 1,30 - 1,45. En la misma proporción aumentan los costes. Los tiempos de transporte del remolque lleno de ramón hay que contabilizarlos aparte.

Costes: 1 h de picado = 880 ptas  
 1 h de tractor  
 con remolque = 600 ptas  
 1 h de hombre = 200 ptas

cluido tractorista, a 800 pts/h y 0,50 h de peón a 200 pts/h).  
La repercusión es de 0,17 pts/kg.

## 2.- Carga de camiones para transporte

Con pala cargadora.

- Se dispone de los siguientes datos:

- Finca Torrubia: La carga de un camión con 9.338 kg de ramón, necesitó una hora de tractor - 90 CV con pala.

La carga de un camión con 4.700 kg de ramón, necesitó 0,50 h de tractor 90 CV con pala.

- Finca Los Badenes: La carga de camiones con peso medio de 8.406 kg de ramón, necesitó algo más de una hora de pala.

La carga de camiones con peso medio de 6.577 kg necesitó algo menos de una hora de pala.

Puede producirse una capacidad de carga de unas 8 tm - por hora. Lo que supone un coste medio de 0,15 Pts/kg.

## 3.- Pérdidas de peso

En la finca Los Badenes se picó ramón entre el 5 de febrero y el 14 de marzo. Se ha perdido un 8,63% sobre el peso inicial como consecuencia del oreo del material. La carga se efectuó entre el 4 y el 23 de marzo. El tiempo fue muy seco.

## 4.- Densidad del producto. Repercusión en el transporte

Datos en la finca Los Badenes.

Un camión para 12 tm de carga lleva un promedio de 6.577 kg de ramón picado.

Un camión de 15 tm de carga lleva un promedio de 8.406 kg de ramón picado.

Puede deducirse un transporte de 0,55 tm efectivas por 1 tm de carga del vehículo.

Costes actuales de transporte:

| Camión<br>tm | Distancia | Coste pts                 | Coste<br>pts/tm/km | Coste<br>referido<br>a ramón<br>pts/tm-km | Coste por<br>kgr de ra<br>món |
|--------------|-----------|---------------------------|--------------------|---|-------------------------------|
| 8            | 13 km     | 1.500                     | 14,42              | 26,22                                     | 0,34 pts                      |
| 8            | 65 km     | 3.500                     | 6,73               | 12,24                                     | 0,80 pts                      |
|              | 15 km     | (según tarifas oficiales) |                    |   | 0,63 pts                      |
|              | 45 km     | ( " " " )                 |                    |   | 1,08 pts                      |

5.- Estudio teórico de transporte de ramón a granel y posterior picado

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| Carga por remolque:                              | 120 haces de 20 kg =                   | 2.400 pts          |
| Hacer haces, recoger ramón y cargar el remolque: | 6 horas de hombre =                    | 1.200 pts          |
| Tractor con remolque:                            | 3 horas de tractor con remolque =      | 1.800 pts          |
| Tractor:   | 2 h de tractor con remolque =          | 600 pts            |
|  | <b>COSTE</b>                           | <b>4.200 pts</b>   |
|  | Coste por kg                           | 1,75 pts/kg        |
|  | Coste de picado en máquina estacionada | 1,40 pts/kg        |
|  | <b>SUMA</b>                            | <b>3,15 pts/kg</b> |

Comparando con el coste de ramón picado en el campo -  
 (Amontonado: 0,50 pts; Picado con máquina móvil: 2,70 pts; To-  
 tal: 3,20 pts/kg). Hay que considerar esta posibilidad como -  
 viable, aunque requiere un control directo de la operación.

Presenta la ventaja, de que en terrenos ondulados con  
 dificultades de mecanización, o en zonas muy parceladas es uti-  
 lizable, mientras que no lo es la máquina móvil.

#### 4.2.3.- Campaña 81-82

Una vez realizado los tres tipos de amontonamiento ex-  
 puestos en 4.1. se pasó al picado de los mismos, utilizando pa-  
 ra tal efecto la máquina picadora marca Dorchs modelo Capinka-  
 3, así como dos peones y un tractorista.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

| Amontonado | Personal | olivos | Tiempo picado (min) |          | Rendimiento (min/olivo) |          | Coste pts/kg |          |
|------------|----------|--------|---------------------|----------|-------------------------|----------|--------------|----------|
|            |          |        | Real                | Efectivo | Real                    | Efectivo | Real         | Efectivo |
| Central    | 3        | 54     | -                   | 107      | -                       | 1,98     | -            | 4,08     |
| 2 lateral  | -        | -      | -                   | -        | -                       | -        | -            | -        |
| e 4 : 4    | 3        | 120    | 130                 | 95       | 1,08                    | 0,79     | 2,68         | 1,62     |

A la vista de éstos datos se observa un mejor rendimien-  
 to en el picado, cuando el amontonamiento es de cuatro en cua-  
 tro olivos. Las razones fundamentales son las siguientes:

- Dado que la alimentación de la máquina picadora requiere que

el ramón se introduzca por la parte más gruesa, el amontonamiento manual permite una colocación previa de los ramones a picar, ahorrándose un tiempo considerable en la alimentación cuando ésta orientación preferente ya está realizada en el montón.

- Por otra parte al ser montones pequeños (4 olivos), el rendimiento de la mano de obra es sensiblemente mejor, debido a los pequeños descansos que se intercalan entre montón y montón, mientras que en los grandes montones (amontonamiento tipo central) el rendimiento de la mano de obra baja sensiblemente por la continuidad de la operación y la necesidad de una mayor manipulación al no presentarse orientados los ramones.

A continuación se refleja una segunda experiencia de picado realizada con ramón amontonado de 4 en 4 olivos, obteniéndose los siguientes datos:

Finca Almindez (Torreperogil).

El ramón podado hace días estaba muy seco.

La máquina era alimentada por 2 hombres. El tractorista en esta finca no se baja del tractor.

Se pesaron previamente 6 montones y se picaron 19 montones con los siguientes resultados:

| Montón N° | Peso en kgr | Tiempo de picado | Tiempo de desplazamiento |
|-----------|-------------|------------------|--------------------------|
| 1         | 36          | 1 m 55 s         | 6 m 15 s                 |
| 2         | 80          | 3 m 45 s         |                          |
| 3         | 67          | 2 m 45 s         |                          |
| 4         | 78,5        | 3 m 55 s         |                          |
| 5         | 100         | 4 m 30 s         |                          |
| 6         | 61          | 3 m 25 s         |                          |

| Montón N°                         | Peso en kgr | Tiempo de picado | Tiempo de desplazamiento |          |
|-----------------------------------|-------------|------------------|--------------------------|----------|
| 7                                 | -           | 3 m 10 s         | 19 m 48 s                |          |
| 8                                 | -           | 3 m              |                          |          |
| 9                                 | -           | 3 m 25 s         |                          |          |
| 10                                | -           | 3 m              |                          |          |
| 11                                | -           | 3 m 25 s         |                          |          |
| 12                                | -           | 2 m 45 s         |                          |          |
| 13                                | -           | 3 m 15 s         |                          |          |
| 14                                | -           | 2 m 15 s         |                          |          |
| 15                                | -           | 1 m 30 s         |                          |          |
| 16                                | -           | 1 m 35 s         |                          |          |
| 17                                | -           | 2 m 30 s         |                          |          |
| 18                                | -           | 1 m 50 s         |                          |          |
| 19                                | -           | 1 m 45 s         |                          |          |
| Total en 20 montones .. 53 m 40 s |             |                  |                          | 26 m 3 s |

Los primeros 6 montones pesan 422,5 kg, se pican en 20 m 15 s e incluyendo desplazamientos resultan 26 m 30 s y por tanto los rendimientos son de 20,86 kg/minuto picando y 15,94 kg/minuto incluidos los tiempos de desplazamiento de montón, - que son del orden de 1 m por montón.

Aplicando estos resultados al tiempo total resulta que se debieron picar 1.120 kg.

Para comprobar esta cantidad se cubicó el remolque y resultó  $3,6 \times 2,02 \times 0,43 \text{ m} = 3,127 \text{ m}^3$  que con una densidad de  $350 \text{ kg/m}^3$  resultan 1.095 kg.

Los rendimientos horarios serán de 1.250 kg y de 957 kg, según se incluya o no el tiempo de desplazamiento de la máquina.

Se ha de tener en cuenta como se dijo al principio que el ramón estaba muy seco y que pierde buena parte de la hoja en su manipulación, así como que los montones no están bien hechos en cuanto a la disposición de las maderas dando lugar a que entre los montones 10° y 12° se tuvo que dar más de una vuelta en vacío con la consiguiente pérdida de tiempo en el desplazamiento.

Los ramones se habían "escamujado" tal y como habitualmente lo hacen en la finca, esto es sacando toda la madera de diámetro superior a 4 ó 5 cm.

Teniendo en cuenta las características de la máquina y para la tarde se preparó una zona de 28 olivos en la que el escamujo se hizo eliminando la madera de diámetro superior a 8 ó 10 cm. Se hicieron 7 montones de 4 olivos cada uno y se pesaron 3 de estos montones y a continuación se picaron con los siguientes resultados.

| Montón N°        | Peso de los ramones | Tiempo de picado | Tiempo de desplazamiento | Peso de las hojas que tira la máquina (kg) |
|------------------|---------------------|------------------|--------------------------|--|
| 1                | 101                 | 5 m 5 s          |                          | 3,5  |
| 2                | 90                  | 4 m 25 s         |                          | 4  |
| 3                | 74                  | 3 m 30 s         |                          | 1,5  |
| 4                |                     | 5 m 45 s         |                          |  |
| 5                |                     | 8 m 55 s         |                          |  |
| 6                |                     | 6 m 40 s         |                          |  |
| 7                |                     | 10 m 10 s        |                          |  |
| Total 7 montones |                     | 44 m 30 s        | 5 m 45 s                 |  |

Los tres primeros montones pesaron 265 kg se pican en

13 minutos resultando a 20,38 kg/m en el picado, no apreciándose se ventaja como era de suponer al llevar más madera el ramón - que picábamos.

Los tiempos de desplazamiento siguen siendo alrededor - del minuto por montón.

Se han tomado dos muestras una en la mañana de ramón pi cado con escamujo fino y otra con el ramón picado con un esca mujo basto por la tarde y una vez separados manualmente la ho ja y la madera resulta lo siguiente:

Muestra n° 33 - de Escamujo fino

Porción de hoja ..... 35,42%

" de madera ..... 64,58%

Muestra n° 34 - de Escamujo basto

Porción de hoja ..... 33,98%

" de madera ..... 66,02%

Esta máquina, como se sabe, deja caer por su parte infe rior alguna hoja y en la prueba de la tarde se peso la de los 3 primeros montones, resultando un total de 9 kg que represen - tan el 3,40% con respecto al total y que es en su casi totali dad hoja.

El coste de esta operación de picado con arreglo a los rendimientos obtenidos son los siguientes:

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| - 1 hora máquina .....   | 950 pts        |
| - 1 hora tractor .....   | 800 pts        |
| - 3 horas operario ..... | <u>600 pts</u> |
| TOTAL .....              | 2350 pts/hora  |

Rendimiento Real de picado : 1.250 kg/hora

Coste pts/kg: 1,88 pts/kg.

Por último se realizó unas pruebas de picado con las máquinas Dorchs y Bruckk, trabajando en diferentes fincas.

Del análisis y rendimiento de las máquinas probadas podemos destacar:

- Sistema de alimentación: es correcto y menos problemático en la Dorchs que en la Bruckk, aunque ésta tiene menos atranque en la embocadura que aquella.

- Sistema de picado: La duración de las cuchillas es muchísimo mayor en Dorchs que en Bruckk, siendo la pérdida de rendimiento de las máquinas por un mal afilado de las cuchillas mucho menor en aquella que en esta, aunque la potencia necesaria debido al diseño del rotor, es bastante menor en la segunda que en la primera.

#### Operatividad en la parcela

El sistema de picado en el campo, como quedó expuesto, esta compuesto por un tractor que arrastra la máquina picadora y detras a un remolque donde se recoge el picado.

Con el empleo de las máquina Dorchs usadas, este sistema es más largo que con las máquinas Bruckk ya que estos van suspendidos en los tres puntos del tractor y no arrastrada, lo que da a este sistema una mayor operatividad en topografía accidentada.

Rendimiento horario

- Villanueva de la Reina (regadío) 42.13 kg/árbol
- Arjona (secano) 28,00 kg/árbol
- Jaén (regadío) Plantación joven 9 años 20,77 kg/árbol
- Marmolejo. Varias condiciones 15,50 kg/árbol  
(desde 50 kg árbol máximo hasta 13,15 mínimo)

En relación al rendimiento de amontonado, se han obtenido cantidades de 2.930 a 4.821 kg/jornal, sin ayuda mecánica, dependiendo de las características de la finca y estado de la plantación.

Considerando pues las mismas condiciones de operación - que en las dos anteriores pruebas, el coste de picado (pts/kg) para un rendimiento real de la máquina picadora es de:

Coste real pts/kg máquina Dorchs: 2,07 pts/kg  
Coste real pts/kg " Brukks: 2,00 pts/kg

luego vemos que en la campaña 81-82 el coste real medio (pts/kg) de la operación de picado es de : 2,41 pts/kg.

- Rendimiento horario: Con las cuchillas en perfectas - condiciones y con ramón procedente de una poda poco esca mujada, el rendimiento horario es de un 20 a 25% superior en la máquina Bruckk que en la Dorchs; sin embargo, el rendimiento medio de la campaña, ha sido superior en la máquina Dorchs, cuya media ha sido de 1.131 kg/hora de trabajo efectivo en el campo y de 587 kg/hora si tenemos en cuenta los tiempos muertos y transportes fuera del campo, mientras que el rendimiento de la máquina Bruckk ha sido de 940 kg/hora de trabajo real y de 421 kg/hora si tenemos en cuenta los tiempos muertos de transporte y mantenimiento. Dentro de los tiempos muertos no se contabilizan los empleados para ir de montón a montón dentro del

campo, que se considera como tiempo real de trabajo.

En cuanto a la cantidad de producto por árbol, la varia bilidad ha sido muy grande:

En la tabla VII se compara los rendimientos y cortes de amontonamiento y picado para las dos campañas, observando un ligero incremento en el coste de una campaña a otra, debido - fundamentalmente a la subida de la mano de obra.

TABLA VII

|                         | CAMPAÑA 80-81             |          |                  |          | CAMPAÑA 81-82             |          |                  |          |
|-------------------------|---------------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|----------|------------------|----------|
|                         | RENDIMIENTOS<br>Min/olivo |          | COSTES<br>pts/kg |          | RENDIMIENTOS<br>Min/olivo |          | COSTES<br>pts/kg |          |
|                         | Real                      | Efectivo | Real             | Efectivo | Real                      | Efectivo | Real             | Efectivo |
| AMONTONAMIENTO<br>4 : 4 | 3,10                      | 2,39     | 0,35             | 0,27     | 3,86                      | 2,96     | 0,42             | 0,32     |
| Picado                  | 6,70                      | 5,13     | 1,92             | 1,48     | 1,08                      | 0,79     | 2,68             | 1,62     |
| TOTAL                   | 9,80                      | 7,52     | 2,27             | 1,75     | 4,94                      | 3,75     | 3,10             | 1,94     |

Con respecto al amontonamiento se ha establecido la com paración únicamente con el 4 : 4 ó tradicional.

#### 4.2.4.- Análisis astilladora fija

Una de las alternativas del aprovechamiento energético de la leña del olivo, es el picado con máquina astilladora fi ja en una planta, situada en un centro próximo a una población.

En la actualidad esta alternativa se ha realizado en - Puente Genil (Córdoba), zona olivarera con características si milares a la Provincia de Jaen.

La producción de la planta, al igual que la de Puente Genil puede ser de 50.000 t/año de astillas a un tamaño de astillas de  $\bar{>}$  12 mm de longitud, y un tiempo de marcha de seis meses (tiempo que se estima dura la poda), a 25 días por mes y dos turnos de 8 horas, resultando una producción media de 4 t/h.

#### Características de la planta:

La superficie necesaria es de  $\approx$  50.000 m<sup>2</sup> de los cuales 10.000 m<sup>2</sup> serían instalación de astillado y el resto destinado a almacenamiento de leña.

La instalación necesaria es de  $\approx$  8.000 m<sup>2</sup> de explanada hormigonada y la línea de astillado estaría compuesta de los siguientes elementos:

- Astilladora capacidad 25 t/h.
- Canal vibrante de alimentación, 6 m de longitud.
- Dosificador vibratorio de 2 x 5 m con capacidad de 5 m<sup>3</sup>.
- Cinta transportadora de salida astillas de  $\approx$  35 m de longitud y 800 mm de ancho y caudal máximo 180 t/h.
- Tolva de alimentación cinta giratoria de 20 m de longitud, encargada de formar parque almacenamiento de astillas.

#### Utilización de astilladora fija

##### a) Aspectos positivos:

- 1.- Concentración de la leña del olivo y picado escala industrial.
- 2.- Ordenación en la recogida, en un área relativamente extensa, donde se encuentran los residuos.

- 3.- Creación de un mercado estable y duradero en el tiempo, del aprovechamiento integral de los residuos.
- 4.- Concentración en un punto de las astillas capaces de ser utilizadas por los núcleos industriales dentro de la Provincia.

b) Aspectos negativos:

- 1.- Necesidad de astillar la leña en un período relativamente corto (época de poda).
- 2.- Alta inversión en la realización de la planta.
- 3.- Aunque se dispone de datos fiables, la implantación de astilladoras fijas supone una tecnología nueva y poco contrastada, por lo que puede estar sujeto a variaciones.

4.3.- ANALISIS TECNICOS DE LAS PLANTAS SEPARADORAS DE HOJA AS  
TILLA

Esta operación se realizó en dos plantas separadoras correspondientes a UTECO en Jaén y la Granja Escuela de Marmolejo.

4.3.1.- Separadora (UTECO)

Se trata de una instalación industrial montada para el tratamiento de grandes cantidades de ramón picado. Consta de una tolva alimentadora, dotada de un transportador de placas con rastras inclinado y provisto de un regulador de caudal que alimenta de una manera uniforme a la máquina separadora.

La máquina separadora está constituida por una torre rectangular, formando cascada, de la que succiona un ventila--

dor que transporta la hoja de menor peso que las astillas y las decanta en un ciclón horizontal. El aire succionado pasa después por un ciclón vertical, donde se deposita el polvo antes de ser expulsado a la atmósfera.

Las astillas son recogidas en la parte inferior de la cascada por una cinta transportadora, que saliendo fuera de la nave forma un montón.

La hoja separada en la punta del ciclón horizontal es recogida por un transportador para su almacenamiento.

Es una máquina con patente española y fabricada en Sevilla.

Con esta máquina se efectuarán varias pruebas de capacidad obteniéndose los siguientes resultados:

1 Julio 1981

Entrada ramón picado (todo-uno) ..... 4.940 kg.

Salida de productos:

|                        | <u>% referido a<br/>entrada</u> |
|------------------------|---------------------------------|
| - Hojas .....          | 21,86                           |
| - Astillas .....       | 77,61                           |
| - Polvos .....         | 0,53                            |
| - TOTAL .....          | 100 %                           |
| Tiempo de marcha ..... | 76 min.                         |
| Tiempo de marcha ..... | 3.900 kg/h                      |

Se recogen muestras de ramón picado, antes de pasar - por la separación, y astilla y hoja obtenida en la separadora para su posterior análisis en laboratorio.

Los análisis de los productos de esta prueba se realizaron en laboratorio, con la siguiente metodología.

Se hace pasar la muestra por un juego de tamices reco<sup>gi</sup>éndose en cada tamíz la fracción correspondiente y se la pe<sup>sa</sup>.

Las fracciones de tamaño superior a 3,3 mm se separan manualmente la hoja de la astilla. Con fracciones inferiores no se puede separar los dos componentes y en los análisis de la pureza de la separación a esta fracción se considera parte integrante del compuesto analizado.

De los resultados se destaca una pureza de la fracción hoja del 91,5% con un 8,44 de astilla. En la fracción astilla se obtiene un 7,9% de hojas, lo que supone una pérdida de hoja que se pierde con la astilla. En los cuadros adjuntos - se realiza el análisis.

Cooperativa Provincial Jaén

Fecha del ensayo: 27-7-81

Análisis de una muestra de ramón picado antes de entrar a la separadora

Humedad

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 187,5    | 6,75   | 6,75     | -           | -     | -        | -     |
| 8 # id - 2,362 "        | 150,4    | 5,41   | 12,16    | -           | -     | -        | -     |
| 6 # id - 3,327 "        | 255,1    | 9,18   | 21,34    | -           | -     | -        | -     |
| 4 # id - 4,699 "        | 682,7    | 24,58  | 45,58    | 168,8       | 6,08  | 513,9    | 18,50 |
| > 4 # id - "            | 1.502,4  | 54,08  | 100,00   | 371,8       | 13,38 | 1.130,6  | 40,70 |
| T O T A L E S           | 2.778,1  | 100,00 |          |             | 19,46 |          | 59,20 |

Cooperativa Provincial Jaén

Fecha: 27-7-81

Análisis de una muestra de hojas obtenida en la separadora

Humedad: 11,13%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |      |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |      |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %    |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 498,5    | 19,81  | 19,81    | -           | -     | -        | -    |
| 8 # id - 2,362 "        | 249,6    | 9,92   | 29,73    | -           | 42,61 | -        | -    |
| 6 # id - 3,327 "        | 324,1    | 12,88  | 42,61    | -           | -     | -        | -    |
| 4 # id - 4,699 "        | 527,2    | 20,95  | 63,56    | 407,4       | 16,19 | 119,8    | 4,76 |
| 4 # id - "              | 916,7    | 36,44  | 100,00   | 824,3       | 32,76 | 92,4     | 3,68 |
| T O T A L E S           | 2.516,1  | 100,00 |          |             | 91,56 |          | 8,44 |

Cooperativa Provincial Jaén

Fecha: 27-7-81

Análisis de una muestra de astillas obtenida en la separadora

Humedad: 12%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |      |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |      |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %    |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 13,0     | 0,72   | 0,72     | -           | -     | -        | -    |
| 8 # id - 1,364 "        | 35,2     | 1,95   | 2,67     | -           | -     | -        | -    |
| 6 # id - 3.327 "        | 86,4     | 4,80   | 7,47     | -           | -     | -        | -    |
| 4 # id - 4.699 "        | 447,8    | 24,83  | 32,30    | 403,1       | 22,35 | 44,7     | 2,48 |
| > 4 # id - "            | 1.220,7  | 67,70  | 100,0    | 1122,4      | 62,25 | 98,3     | 5,45 |
| T O T A L E S           | 1.803,1  | 100,00 |          |             | 92,07 |          | 7,93 |

Después de realizar la campaña 80-81 la máquina fue sometida a pequeños ajustes y puesta a punto.

2 Marzo 1982

Entrada ramón picado fresco (todo-uno)..... 3.360 kg

Salida de productos:

|                                   | <u>% referido a<br/>entrada</u> |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Hojas .....                       | 30,05                           |
| Astillas .....                    | 69,62                           |
| Polvos .....                      | 0,33                            |
| TOTAL .....                       | 100 %                           |
| Tiempo de marcha separadora ..... | 42 min.                         |
| Capacidad horaria .....           | 4.800 kg/h                      |

Los análisis de los productos de esta prueba se realizan siguiendo la misma metodología que en julio de 1981.

De los resultados obtenidos se destaca. La pureza de la fracción hoja es del 96,1% con un 3,9% de astilla. En la fracción astilla se obtiene un 12,9% de hojas.

Los resultados no son comparables dado que en esta campaña se consideró muy favorable separar ramón fresco y no ramón seco como en la anterior. Sin embargo, las transformaciones establecidas han permitido:

- Aumentar la capacidad de tratamiento de la separadora.
- Mejorar considerablemente la pureza de obtención de hoja con un 4% de leña, cantidad de gran interés a la hora de va

lorar la hoja de olivo como pienso para el ganado.

Como dato desfavorable se obtiene que las pérdidas de hoja en la fracción astilla han subido al 13%.

En los cuadros adjuntos se obtiene los resultados de este segundo análisis.

Cooperativa Provincial de Jaén

Fecha: 30-3-82

Análisis de una muestra de ramón picado de olivo antes de entrar en el separador

Humedad: 24,38%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 89,4     | 4,61   | 4,61     | -           | -     | -        | -     |
| 8 # id - 2.362 "        | 121,4    | 6,26   | 10,87    | -           | -     | -        | -     |
| 6 # id - 3.327 "        | 269,7    | 13,90  | 24,77    | -           | -     | -        | -     |
| 4 # id - 4,699 "        | 467,7    | 24,12  | 48,89    | 202,9       | 10,46 | 264,8    | 13,65 |
| > 4 \$ id -             | 991,1    | 51,11  | 100,00   | 421,0       | 21,71 | 570,1    | 29,40 |
| T O T A L E S           | 1.939,3  | 100,00 |          |             | 32,17 |          | 43,06 |

Cooperativa Provincial de Jaén

Fecha: 30-3-82

Análisis de las astillas obtenidas en la separadora

Humedad: 24,8%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |      |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |      | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %    | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 27,7     | 1,22   | -        | -           | -    | -        | -     |
| 8 # id - 2,362 "        | 110,5    | 4,85   | 6,07     | -           | -    | -        | -     |
| 6 # id - 3,327 "        | 206,1    | 9,05   | 15,12    | -           | -    | -        | 15,12 |
| 4 # id - 4,699 "        | 628,3    | 27,59  | 42,71    | 92,2        | 4,05 | 536,1    | 23,54 |
| > 4 # id -              | 1.304,8  | 57,29  | 100,00   | 201,7       | 8,85 | 1.103,1  | 48,44 |
| T O T A L E S           | 2.277,4  | 100,00 |          |             | 12,9 |          | 87,1  |

Cooperativa Provincial de Jaén

Fecha: 30-3-82

Análisis de la hoja obtenida en la separadora.

Humedad: 27,15%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |      |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |      |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %    |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 506,5    | 14,91  | 14,91    | -           | -     | -        | -    |
| 8 # id - 2,362 "        | 338,2    | 9,96   | 24,87    | -           | -     | -        | -    |
| 6 # id - 3,327 "        | 522,4    | 15,38  | 40,25    | -           | 40,25 | -        | -    |
| 4 # id - 4,699 "        | 583,9    | 17,19  | 57,44    | 505,7       | 14,86 | 79,2     | 2,33 |
| > 4 # id -              | 1.445,2  | 42,56  | 100,00   | 1391,9      | 40,99 | 53,3     | 1,59 |
| T O T A L E S           | 3.396,2  | 100,00 |          |             | 96,10 |          | 3,90 |

#### 4.3.2.- Separadora Granja Escuela Marmolejo

Se trata de una máquina pata para pequeñas explotaciones agropecuarias y que cumple dos fines fundamentales: bajo costo y pequeña capacidad de tratamiento. Por el contrario la calidad de producto obtenido es inferior a lo anteriormente - descrito.

La instalación está compuesta por un alimentador y la separadora.

El sistema de alimentación consta de una cinta transportadora, alimentada manualmente por dos operarios.

La máquina separadora es una vieja aventadora de cereal marca Ajuria, ligeramente transformada en las cribas y caudal de aire y accionada por un motor eléctrico de 1,25 CV.

El producto se separa por gavimetría, ensilando la hoja separada mediante un tubo, acabado en un tornillo sinfín.

Se efectuó una prueba de capacidad en Febrero-82 dando los siguientes resultados:

- Entrada de ramón picado (todo-uno) ..... 2.820 kg

Salida de productos:

|   | <u>% referido a<br/>entrada</u> |
|---|---------------------------------|
| - Hojas .....                           | 38                              |
| - Astillas .....                        | 60                              |
| - Polvos .....                          | 2                               |
| - TOTAL .....                           | 100                             |
| Tiempo de marcha de la separadora ..... | 87 min.                         |
| Capacidad horaria .....                 | 2.013 kg/h                      |

Los análisis de los productos de esta prueba se insertan a continuación.

Granja Escuela de Marmolejo

Fecha: 25-2-82

Análisis de una muestra de hojas obtenidas en la separadora

Humedad: 31,4%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 32,3     | 3,00   | 3,00     | -           | -     | -        | -     |
| 8 # id - 2,362 "        | 56,8     | 5,29   | 8,29     | -           | -     | -        | -     |
| 6 # id - 3,327 "        | 96,3     | 8,96   | 17,25    | -           | 17,25 | -        | -     |
| 4 # id - 4,699 "        | 230,5    | 21,46  | 38,71    | 175,2       | 16,31 | 55,3     | 5,15  |
| > 4 # id -              | 658,5    | 61,29  | 100,00   | 602,3       | 56,06 | 56,2     | 5,23  |
| T O T A L E S           | 1.074,4  | 100,00 |          |             | 89,62 |          | 10,38 |

Granja Escuela de Marmolejo

Fecha: 25-2-82

Análisis de una muestra de astillas obtenida en la separadora

Humedad: 25,96%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |      |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |      | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %    | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 12,1     | 0,63   | 0,63     | -           | -    | -        | -     |
| 8 # id - 2,362 "        | 39,2     | 2,05   | 2,68     | -           | -    | -        | -     |
| 6 # id - 3,327 "        | 146,8    | 7,67   | 10,35    | -           | -    | -        | 10,35 |
| 4 # id - 4,699 "        | 402,2    | 21,00  | 31,35    | 8,2         | 0,43 | 394,0    | 20,57 |
| > 4 # id -              | 1.314,6  | 68,65  | 100,00   | 32,3        | 1,69 | 1.282,3  | 66,96 |
| T O T A L E S           | 1,914,9  | 100,00 |          |             | 2,12 |          | 97,88 |

Granja Escuela de Marmolejo

Fecha: 25-2-82

Análisis de una muestra de ramón picado de olivo (todo-uno) antes de entrar a la separadora

Humedad: 24,36%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 103,9    | 4,71   | 4,71     | -           | -     | -        | -     |
| 8 # id - 2,362 "        | 140,3    | 6,36   | 11,07    | -           | -     | -        | -     |
| 6 # id - 3,327 "        | 231,5    | 10,49  | 21,56    | -           | -     | -        | -     |
| 4 # id - 4,699 "        | 502,6    | 22,78  | 44,34    | 201,6       | 9,14  | 301,0    | 13,64 |
| > 4 # id -              | 1.228,0  | 55,66  | 100,00   | 441,8       | 20,02 | 786,2    | 35,64 |
| T O T A L E S           | 2.206,3  | 100,00 |          |             | 29,16 |          | 49,28 |

Granja Escuela de Marmolejo

Fecha: 25-2-82

Análisis de una muestra de polvos obtenida en la separadora

Humedad: 28,7%

| TAMICES                 | FRACCION |        |          | COMPOSICION |       |          |       |
|-------------------------|----------|--------|----------|-------------|-------|----------|-------|
|                         | Peso     | %      | % Acumu. | HOJAS       |       | ASTILLAS |       |
|                         |          |        |          | Peso        | %     | Peso     | %     |
| <10 # tyler - 1,651 m/m | 324,0    | 24,44  | 24,44    | -           | -     | -        | -     |
| 8 # id - 2,362 "        | 248,2    | 18,73  | 43,17    | -           | -     | -        | -     |
| 6 # id - 3,327 "        | 389,8    | 29,41  | 72,58    | -           | -     | -        | -     |
| 4 # id - 4,699 "        | 174,8    | 13,19  | 85,77    | 88,1        | 6,65  | 86,7     | 6,54  |
| > 4 # id -              | 188,6    | 14,23  | 100,00   | 65,4        | 4,93  | 123,2    | 9,30  |
| T O T A L E S           | 1.325,4  | 100,00 |          |             | 11,58 |          | 15,84 |

Igualmente se tomaron rendimientos horarios y de los productos durante el trabajo en diferentes días, habiéndose analizado un total de 22 muestras, obteniéndose los siguientes resultados:

- Jornales trabajo diario: 2
- Rendimiento horario medio: 1.074 kg

A lo largo de toda la campaña se observaron las siguientes incidencias:

- La separación se realiza mejor con producto fresco que desecado parcialmente.
- Que la presencia de productos de granulometría fina inidentificable como hoja o leña, perjudica la calidad de la separación, variando su eficacia desde un 25% de contenido final de leña en la hoja separada al 7,5% si se intercala una criba con anterioridad al ciclón.
- El rendimiento óptimo se ha obtenido con el producto recién traído del campo, a la máxima granulometría que admite la máquina y con la criba que elimina el polvo con anterioridad a la entrada de la aventadora, y ha sido de 2.075 kg/h con un contenido final de leña en la hoja del 5,20%.
- Con respecto al contenido de hoja en la leña para su utilización como combustible, el óptimo de eficacia corresponde al producto fresco con un valor entre el 5 - 8%, siendo la media de hoja en leña en las 15 muestras analizadas del 10,78%.
- La pérdida de humedad del producto al aire durante el presente invierno, ha sido del 8,19% para la leña y del 11,29% para la hoja.

#### 4.4.- VALORACION ENERGETICA

Con el fin de conocer el valor energético de los principales residuos considerados, se recogieron muestras y se determinaron sus principales características.

|                  | <u>Densidad</u> | <u>% Humedad</u> | <u>P.C. (kcal/kg)</u> |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| Leña de Olivo    | 0,82            | 20               | 4.483                 |
| Ramón, muestra 1 | 0,71            | 20               | 3.446                 |
| Ramón, muestra 2 | 0,81            | 20,7             | 3.383                 |
| Sarmiento        | 0,68            | 44,7             | 2.044                 |

Se tomaron los resultados de dds muestras extremas de ramón.

#### 4.5.- VALORACION GANADERA DE LA HOJA DE OLIVO

La valoración ganadera ha sido investigada en los si guientes centros:

- Departamento de Producción Animal Pastos y Forrajes - del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario del Ebro C.R.I.D.A 03 Zaragoza.
- Catedra de Alimentación Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Córdoba.
- Centro de F.P. Agraria "Virgen de la Cabeza" Marmolejo. Jaén.

La coordinación de los trabajos se realizó a través de la jefatura de la Sección de Alimentación Animal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

##### 4.5.1.- Productos fitosanitarios que pueden dejar residuos - en las hojas del olivo destinadas a aprovechamiento ganadero

Con el fin de prevenir una posible intoxicación en la alimentación del ganado por ingestión de hoja de olivo tratada con productos fitosanitarios se relacionan, con el cuadro ad junto, los productos fitosanitarios de posible riesgo y los - plazos de seguridad que se exigen desde su aplicación en el olivo y su posible ingestión por el ganado.

A la vista de la información del cuadro adjunto se des prende la necesidad de una información local sobre el producto aplicado y no proceder a su picado en el campo hasta no haber consumido el "plazo de seguridad".

E N J A E N

PRODUCTOS FITOSANITARIOS QUE PUEDEN DEJAR RESIDUOS EN LAS HOJAS DEL OLIVO DESTINADAS A APROVECHAMIENTO  
GANADERO

| Objeto del tratamiento      | Fecha | Producto comercial       | Producto activo  | Dosis | Categoría toxicológica (1) | Plazo de seguridad (2) | Concentración del producto (3) p.p.m. |                        |
|-----------------------------|-------|--------------------------|--|-------|----------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
|                             |       |                          |  |       |                            |                        | Comercial                             | Activo                 |
| Carra repilo (Cycloconium)  | Oct.  | Oxícloruro de cobre      | 50% en Cu metal  | 0'40% | A - A - B                  | 7 -15 días             | 320                                   | 160                    |
| Carra repilo (Cycloconium)  | Oct.  | Oxícloruro cobre+Zineb   | 37'5% en Cu metal+15% en Zineb (tiocarbatoato de Zinc) | 0'40% | A - A - B                  | 15 días                | 320                                   | 120 de Cu +48 de Zineb |
| Carra repilo (Dacus)        | Oct.  | Dimetoato                | 40% de Dimetoato                                       | 0'12% | B - B - A                  | 60 días                | 96                                    | 38                     |
| Carra repilo (Dacus)        | Oct.  | Fentión                  | 50% de Fentión   | 0'15% | B - C - B                  | 30 días                | 120                                   | 60                     |
| Carra repilo (Seisetia)     | Oct.  | Metidatién               | 40% de Metidatién                                      | 0'20% | C - B - C                  | 21 días                | 160                                   | 64                     |
| Carra repilo de la aceituna | Enero | C.G.A.-13586 (Alsol-200) | 20% de Etacelasil                                      | 0'30% | A - -                      | 6-10 días              | 240                                   | 24                     |

(1), (2) y (3) ver anejo nº 3

En el anejo n° 3 se exponen los trabajos facilitados - por la Delegación del Ministerio de Agricultura en Jaén, con los principales tratamientos que se realizan en el olivar.

4.5.2.- Composición y valor nutritivo del ramón de olivo en función de la variedad y la época de recogida

Dentro de los numerosos factores que influyen en la composición de la hoja de olivo se analizan solamente las de interés; la variedad y la época de recogida.

Se analizan tres variedades: Picual, Hojiblanca y Manzanilla. En el cuadro n° 1 se exponen unos datos resumen de estas determinaciones para las variedades estudiadas.(Anejo n°4.1)

Las diferencias entre variedades no son de gran cuantía. En cuanto al porcentaje de hoja se aprecian diferencias significativas. La variedad Picual posee un 4,4% más de hoja en materia verde que la Manzanilla. Esta diferencia es del 6,3% en materia seca.

Pequeñas diferencias se aprecian también en su composición química. Destacan un menor contenido en materia nitrogenada de la variedad Manzanilla frente a la Picual.

Habría que esperar un estudio más detallado sobre la digestibilidad de este material para poder sacar unas conclusiones más consolidadas.

En el anejo n° 4 se exponen los detalles de esta parte del estudio.

#### 4.5.3.- Variación del valor nutritivo en función del estado de conservación

La bibliografía de que se dispone hace referencia a una caída importante de valor nutritivo (digestibilidad) cuando la hoja de olivo se ha sometido a un proceso de desecación natural (henificación). La henificación de cualquier forraje lleva consigo una caída de valor nutritivo realmente muy pequeño y para el caso del olivo, esta deberá estudiarse en vivo - pues se tiene referencia de pequeñas diferencias entre hoja fresca y seca cuando se suministró a cabras (cuadro n° 2 del anejo n° 4.2).

Los pequeños estudios sobre ensilado de la hoja de olivo no han dado buenos resultados, debidos fundamentalmente a la composición de la hoja. Un ensilado con aditivos o mezclas de otros productos es de esperar que diera mejores resultados técnicos aunque quizás la viabilidad fuera inferior.

#### 4.5.4.- Composición química de la hoja de olivo

En los cuadros 3 y 4 del anejo n°4.2 se exponen los análisis realizados.

Los valores sobre Proteína Bruta PB son: 11,4% en hoja y 7,3 ó 7,9 en hoja con madera, sin embargo el animal prácticamente no lo utiliza. El contenido en lignina resulta muy elevado: 13,5 - 18,3%

#### 4.5.5.- Valor energético

Se ha trabajado con dos muestras de hojas de olivo una con 8,8% de madera y otra con el 22,6%, además de la hoja limpia. Las conclusiones a las que se ha llegado fueron:

- a) El valor de la hoja de olivo es muy débil.
- b) Existe una relación estrecha entre valor energético y contenido en madera (gráfico 1 del anejo n°4.2). - Contenidos con más del 20% en madera no deberían comercializarse.
- c) Debería usarse hoja de olivo con un contenido en madera inferior al 10% para poder obtener un producto forrajero ligeramente superior a una buena paja de cereal.

#### 4.5.6.- Valor nitrogenado

La presencia de pectinas y taninos principalmente hacen que el valor proteico real para los animales de la ingestión - de hoja de olivo debe de considerarse como nulo.

#### 4.5.7.- Ingestión voluntaria y suplementación

Siendo la digestibilidad débil y nulo el valor proteico de la hoja de olivo, a efectos prácticos cuando se desee utilizar hoja de olivo como parte básica de la ración alimenticia - será imprescindible un aporte suplementario de concentrado o de heno de buena calidad. Sería necesario seguir las siguientes recomendaciones.

- a) Para animales en estado, fisiológicos de necesidades moderadas en nutrientes (ovejas gestantes, vacas vacías o novilla en crecimiento lento) se podrá utilizar hoja de olivo a voluntad a condición de suplementar con un 20-30% de heno o pienso.
- b) Para animales en alta producción, deberá limitarse - el empleo de hoja de olivo. Sin embargo los estudios realizados en fase de cebo y recría de un lote de -

corderos, informan que la hoja de olivo puede ser un forraje de interés frente a la paja en épocas de es casez de forrajes.

#### 4.5.8.- Los tratamientos químicos

En los cuadros 6 y 7 de anejo n°4.2 y en el n° 1 del - anejo n°4.1 se exponen los tratamientos químicos a base de so sa cáustica y amoniaco anhidro.

Los resultados obtenidos deberán contrastarse con traba jos futuros. Se nota sin embargo unos resultados inferiores a los que se obtienen al tratar paja de cereal.

5.- PLANTEAMIENTO TECNICO-ECONOMICO DE UNA  
INSTALACION DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE  
LA PODA DEL OLIVO

### 5.1.- DATOS BASICOS PARA LA INSTALACION

El análisis del inventario de residuos en las comarcas olivareras españolas conducen a considerar la provincia de Jaén como la más interesante para ubicar plantas de aprovechamiento integral de la poda del olivo, de las que se podrá sacar una información técnica que haga posible la proliferación de plantas de tratamiento integral de poda de olivo con el consiguiente beneficio energético y ganadero.

## 5.2.- CONTRIBUCION A LAS NECESIDADES ENERGETICAS

El presente estudio está orientado a la instalación de una planta de Astillado capaz de tratar 50.000 t/año de leña de olivo para su transformación en astillas y 25.000 t/año de ramones, de los que previa separación se obtendrían 16.250 t/año de astillas y 8.750 t/año de hojas.

El ahorro energético que produciría esta planta aplicando un factor de reducción calorífico de 0,8 sería:

$$\begin{array}{r}
 4.400 \times 0,8 \times 50.000 \times 1.000 = 1,76 \times 10^{11} \text{ Kcal.} \\
 4.400 \times 0,8 \times 16.250 \times 1.000 = 5,72 \times 10^{10} \text{ " } \\
 \hline
 \text{T O T A L ..... } 2,332 \times 10^{11} \text{ Kcal.} \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

lo que equivale, dando al fuel-oil una potencia calorífica de 10.200 Kcal/kg.

$$\frac{2,332 \times 10^{11}}{10.200 \times 1.000} = 22.862 \text{ t/año de fuel.}$$

## 5.3.- ESTUDIO TECNICO DE LA INSTALACION

### 5.3.1.- Instalación para el tratamiento de la fracción leña: Planta de astillado

Se pretende el montaje de una planta de astillado de las mismas características que la instalada en Puente Genil -Córdoba-, con objeto de aprovechar la madera procedente de la poda de olivos en un radio de acción de 30-40 km

### 5.3.2.- Instalación para el tratamiento de la fracción ramón

El ramón, para su aprovechamiento sufre dos tratamientos, uno la recogida y picado en el campo mediante máquinas astilladoras móviles y la separación de este picado en dos partes hoja y leña. En el presente estudio sólo se considera la instalación de separación.

#### Plantas de separación de hojas

Junto a la planta de astillado se prevé la instalación de una planta de separación de hojas para el aprovechamiento - integral de los ramones de olivo.

La hoja separada de la fracción leñosa se aplicaría a la dieta alimentaria del ganado.

El ramón picado materia prima para el abastecimiento de esta planta sería suministrado por máquinas picadoras portátiles que trabajaran directamente en el campo.

Las astillas procedentes de estas plantas serán consumidas íntegramente por las cerámicas existentes en la zona.

Como se ha indicado en capítulos anteriores las astillas de madera de olivo tienen un poder calorífico de unas - 4.400 Kcal/kg, lo que supone unos 3 kg de astillas por kg de fuel.

### 5.4.- DESCRIPCION DE LA INSTALACION

#### 5.4.1.- Datos básicos

Planta de astillado para una capacidad de producción de

astillas de 50.000 t/año durante seis meses, 25 días mes y dos turnos de 8 horas días, que hace una producción horaria de 21 t.

No se contempla más que seis meses de marcha de la planta por ser el tiempo que se estima dure la poda, hasta tanto - no se solucione eficazmente la extinción de la plaga del barrenillo.

Planta de separación de hojas, para una capacidad de tratamiento de 25.000 t/año de ramón picado, durante 300 días y dos turnos de 8 horas día que hacen una producción de 5,2 t/hora.

Para la máquina separadora se estima un rendimiento del 80% de la hoja de entrada, de acuerdo con los ensayos realizados.

Por tanto su producción será de:

7.000 t/año de hoja: 1,5 t/h  
18.000 t/año de astillas: 3,7 t/h

#### 5.4.2.- Terrenos y ubicación de la planta

La planta deberá ubicarse en alguno de los núcleos urbanos de la provincia con mayor consumo energético como podría ser la zona de cerámicas de Bailén o la zona industrial de Andujar, Linares, etc...

La instalación será ubicada en los terrenos a adquirir por la Sociedad Promotora con una extensión aproximada de 50.000 m<sup>2</sup>.

El perímetro de los terrenos se cerrará por medio de una valla metálica provista de una puerta de 4 m de ancho con entrada desde la carretera.

En la entrada a la planta se instalará una báscula electrónica con puente de 12 x 3 m para el pesado de camiones.

#### 5.4.3.- Almacenamiento de leña

Partiendo de la capacidad de producción de la planta de 50.000 t/año durante seis meses (8.333 t/mes) se prevé un almacenamiento máximo de leña de 11.668 t.

La secuencia de poda, producción y almacenamiento puede observarse en el cuadro siguiente:

| M E S E S   | P O D A |        | PRODUCCION<br>t/mes | ALMACENAMIENTO<br>t |
|-------------|---------|--------|---------------------|---------------------|
|             | %       | t      |                     |                     |
| Octubre ... | 5       | 2.500  | -                   | 2.500               |
| Noviembre . | 15      | 7.500  | 8.333               | 1.667               |
| Diciembre . | 20      | 10.000 | 8.333               | 3.334               |
| Enero ..... | 25      | 12.500 | 8.333               | 7.501               |
| Febrero ... | 25      | 12.500 | 8.333               | 11.668              |
| Marzo ..... | 10      | 5.000  | 8.333               | 8.335               |
| Abril ..... | -       | -      | 8.333               | -                   |

Para este almacenamiento máximo se prevé un espacio de unos 12.000 m<sup>2</sup> dotado con sus correspondientes vías de acceso y red de incendios.

#### 5.4.4.- Almacenamiento de ramón picado

Para la capacidad de producción de la planta de 25.000 t/año se prevé un almacenamiento máximo de 14.600 t.

La secuencia de poda, producción y almacenamiento puede observarse en el cuadro siguiente.

| M E S E S   | P O D A |       | PRODUCCION<br>t/mes | ALMACENAMIENTO<br>t |
|-------------|---------|-------|---------------------|---------------------|
|             | %       | t     |                     |                     |
| Octubre ... | 5       | 1.250 | -                   | 1.250               |
| Noviembre . | 15      | 3.750 | 2.080               | 2.920               |
| Diciembre . | 20      | 5.000 | 2.080               | 5.840               |
| Enero ..... | 25      | 6.250 | 2.080               | 10.010              |
| Febrero ... | 25      | 6.250 | 2.080               | 14.180              |
| Marzo ..... | 10      | 2.500 | 2.080               | 14.600              |
| Abril ..... |         |       |                     |                     |

Para este almacenamiento máximo se prevé una superficie hormigonada de 12.000 m<sup>2</sup> dotado con su correspondiente red de incendios.

#### 5.5.- DESCRIPCION DEL PROCESO

##### 5.5.1.- Planta de astillado

La leña procedente del campo se apilará siempre que ha ya espacio libre, en la zona próxima al tablero de alimentación de la máquina astilladora, En caso contrario se apilará en el parque.

Una pala POCLAIN provista de pulpo colocará la leña en el tablero que alimentará regularmente el canal vibrante de entrada de la máquina astilladora.

La máquina astilladora está provista de unos rodillos dentados para la introducción de la madera hacia el tambor de cuchillas que efectúa el astillado.

La salida de astillas se realiza a través del tamiz por la parte inferior de la máquina, siendo recogidas por un transportador que vierte el producto en la tolva de una cinta giratoria que va formando el parque de almacenamiento, constituido por un montón cónico en un radio de giro de la cinta de unos 5 días de producción.

De este montón, se cargan los camiones mediante una pala provista de cucharón de 2,5 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### 5.5.2.- Planta separadora de hoja

El ramón picado procedente del parque o de camiones, se descargan en una tolva alimentadora dotada de un transportador de placas con rastras, melmado y provisto de un regulador de caudal que alimenta de una manera uniforme a la máquina separadora.

La máquina separadora está constituida por una torre rectangular formando cascada, de la que succiona un ventilador que transporta la hoja de menor peso que las astillas y las decanta en un ciclón horizontal. El aire succionado pasa después por un ciclón vertical donde se deposita el polvo antes de ser expulsado a la atmósfera.

Las astillas son recogidas en la parte inferior de la cascada por una cinta transportadora que, saliendo fuera de la

nave forma un montón.

La hoja recuperada en la punta del ciclón horizontal es recogida por una cinta transportadora que la almacena dentro de la nave.

#### 5.6.- MAQUINARIA

##### 5.6.1.- Equipos del parque

- 1 Pala POCLAIN modelo TV-45 equipada con pinzas.
- 2 Palas cargadoras de ruedas articuladas equipadas con cuchara enrejada y cucharón de 3 m<sup>3</sup> de capacidad.

##### 5.6.2.- Equipos planta astillado

- 1 Máquina astilladora de tambor preparada para una longitud de astillas de aproximadamente 12 mm equipada con dosificador vibratorio y canal vibrante de alimentación de unos 7 m de longitud, rodillos de introducción con sus accionamientos y tamiz de salida de astillas.

Capacidad de producción 25 t/h.

- 1 Cinta transportadora situada debajo de la máquina astilladora de las características siguientes:

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| . Material a transportar .....   | astillas              |
| . Granulometría .....            | 0-12 mm               |
| . Densidad .....                 | 400 kg/m <sup>3</sup> |
| . Velocidad .....                | 1,25 m/seg            |
| . Capacidad .....                | 98 t/h                |
| . Ancho de banda .....           | 800 mm                |
| . Distancia entre tambores ..... | 35 m                  |

- 1 Cinta transportadora giratoria para el parque de almacenamiento de astillas, con estructura de celosía apoyada en el suelo de las características siguientes:

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| . Material a transportar .....  | astillas              |
| . Granulometría .....           | 0-12 mm               |
| . Densidad .....                | 400 kg/m <sup>3</sup> |
| . Velocidad .....               | 1,25 m/seg            |
| . Capacidad .....               | 98 t/h                |
| . Ancho de banda .....          | 800 mm                |
| . Distancia entre tambores .... | 20 m                  |

- 1 Báscula electrónica para el pesado de camiones de las características siguientes:

|  |           |
|--|-----------|
| . Capacidad de pesaje .....                        | 50.000 kg |
| . Dimensiones de plataforma ...                    | 12 x 3 m  |
| . Plataforma de hormigón con puente metálico ..... | -         |
| . División mínima .....                            | 10 kg     |
| . Precisión .....                                  | 0,5%      |

### 5.6.3.- Equipos planta separadora

- 1 Tolva de alimentación con alimentador de placas con rastras, incluido y provisto de regulador de caudal.
- 1 Separadora de hojas con su ventilador y ciclones.

Capacidad de producción 5,2 t/h.

- 2 Cintas transportadoras para la salida de la separadora de las hojas y astillas.

## 5.7.- OBRA CIVIL

### 5.7.1.- Movimiento de tierras y explanación

Dado que los terrenos en que se prevé la ubicación de la instalación son bastante horizontales se explanará lo menos posible descrestando sólo el terreno y abriendo las cajas para la conformación de las carreteras.

### 5.7.2.- Carreteras

La sección tipo de carretera estará constituida por:

- Caja de carretera refinado y compactada al 95% del proctor modificado.
- Una explanada mejorada de arena de miga de 10 cm de espesor compactada al 98% del proctor modificado.
- Una sub-base granular constituida por 25 cm de grava cemento (si el terreno contiene sulfatos o yesos el cemento será del tipo P 350 Y).
- Una base bituminosa constituida por 5 dm de aglomerado asfáltico en caliente tipo III.
- Una caja de rodadura bituminosa constituida por 5 cm de espesor de aglomerado asfáltico en caliente tipo IV.
- Un riego final de impregnación y de adherencia.
- Los arcenes serán a base de arena de miga y zahorra compactada con terminación de doble tratamiento superficial.

- Las cunetas serán de tierra refinada y tratada con riego asfáltico impermeable.

### 5.7.3.- Zonas hormigonadas

Las zonas hormigonadas estarán constituidas por:

- Refinado y compactado de la caja.
- Una sub-base granular de 20 cm de rahoma caliza compactada hasta el 98% del proctor modificado.
- Una base de hormigón en masa tipo H 100 kg/cm<sup>2</sup> de 25 cm de espesor con terminación fratasada y conformación de pendientes de drenaje según se indique.

### 5.8.- INSTALACION ELECTRICA

La instalación eléctrica para el funcionamiento de la Planta comprende:

- Alimentación general en A.T. a 25 KV
- Estación transformadora
- Alimentación general en B.T.
- Centro control de motores
- Distribución de los circuitos de fuerza
- Instalación de alumbrado
- Red de tierra
- Pararrayos

#### 5.8.1.- Alimentación general en A.T.

Se prevé la instalación de una línea aérea a 25 KV de longitud aproximada 300 m desde el entronque de la línea general hasta la entrada a la subestación.

#### 5.8.2.- Subestación

De tipo interior en la que se ubicarán las celdas necesarias para transformador, interruptor general y aparatos de medida en alta y baja tensión para alumbrado (a definir según normas de la compañía suministradora).

La potencia a instalar será de 1.000 KVA para proveer la futura ampliación de una nueva máquina astilladora.

Tensión 25 KV/380 V.

#### 5.8.3.- Alimentación general en B.T.

La alimentación al centro de control de motores se hará por conductores tipo VV 0,61/1 KV instalado bajo tubo enterrado.

Se prevé también un cable para neutro, para los circuitos de mando y alumbrado.

#### 5.8.4.- Centro control de motores

Los elementos de protección de los equipos estarán en un armario centralizado habiéndose previsto para la salida a cada motor:

- Fusibles

- Contactor
- Relé térmico
- Relé diferencial
- Relés auxiliares
- Accesorios

Las tensiones a utilizar serán:

- Motores ..... 380 V
- Maniobra ..... 220 V
- Señalización ... 24 V

#### 5.8.5.- Distribución de los circuitos de fuerza

El transporte de cables para la alimentación a los motores se hará en bandejas, derivándose desde estas a los receptores con tubo de acero rosca Pg y tubo de acero flexible con cubierta de PVC en su conexión a bornas.

#### 5.8.6.- Instalación de alumbrado

La iluminación se realizará a 380 V con derivación a - equipos a 220 V.

Los equipos de alumbrado se adoptarán de acuerdo a su situación, eligiéndose lámparas fluorescentes VV.CC., VSAP, se gún altura de equipos, zonas interiores, exteriores, etc.

Las iluminaciones se seleccionarán de forma que se alcance los niveles luminosos indicados en la tabla internacional de alumbrado.

#### 5.8.7.- Red de tierra

Tanto en los circuitos de fuerza como los de alumbrado,

se proveerá un conductor de tierra.

En la alimentación a motores junto con los cables de energía, se añadirá un cuarto conductor para conexión a masa.

En los circuitos de alumbrado se añadirá un conductor - que enlace todas las armaduras, cuadros de distribución, etc.

De conformidad con las características del terreno, se instalarán el número de picas necesarias.

#### 5.8.8.- Pararrayos

Para protección contra descargas atmosféricas se instalará un pararrayos de tipo radiactivo con dispositivo autolimpante.

Su alcance será tal que proteja toda la superficie de la instalación.

#### 5.9.- OFICINAS

En la entrada a la Planta junto a la báscula se instalará una nave de unos 150 m<sup>2</sup> distribuida de modo que dé cabida a las oficinas, vestuario, comedor, duchas, etc., así como el aparato de pesada de la báscula.

#### 5.10.- ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Para dotar de reserva de agua a las plantas se prevé la construcción de un depósito de unos 60 m<sup>3</sup> de capacidad, alimentado por la red general y llevará adosada una sala de bomba - donde se instalarán los grupos de presión para el abastecimiento de la red de servicios e incendios.

#### 5.10.1.- Red de servicios

Las oficinas, comedor, duchas y vestuarios se abastecerán por un grupo de presión, caudal  $12 \text{ m}^3/\text{h}$ , altura manométrica 40 m que permita mantener la instalación a una presión entre 2 y 4  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

La tubería de distribución será de 2"  $\emptyset$ .

#### 5.10.2.- Red de incendios

Estará constituida por una malla de tuberías de 3 y 4", cerrada y cuadrículada de unos 50 m de lado, en cada uno de cuyos vértices se instalará un hidrante con dos o tres salidas para manguera de 45 mm  $\emptyset$ .

La alimentación a esta red se realizará por un grupo de presión, caudal  $36 \text{ m}^3/\text{h}$ , altura manométrica 100 m capaz de mantener la línea a una presión de 8  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

#### 5.11.- Inversiones

A continuación se incluyen las inversiones de las diferentes partidas.

#### Equipos

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| Equipos de parque .....              | 25.741.200 ptas.       |
| Equipos planta astillado .....       | 15.556.600 "           |
| Equipos planta separadora .....      | 8.500.000 "            |
| Cuchillas .....                      | 459.000 "              |
| Báscula .....                        | 1.563.000 "            |
| Red de servicios .....               | 410.000 "              |
| Red de incendios .....               | 3.500.000 "            |
| Cercado finca .....                  | 1.000.000 "            |
| Montaje .....                        | 7.800.000 "            |
| <b>T O T A L E Q U I P O S .....</b> | <b>64.529.800 ptas</b> |

Instalación eléctrica

|                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| Línea AT. 25 KV long = 300 .....   | 450.000 ptas.           |
| Subestación 1.000 KVA .....        | 7.400.000 "             |
| Instalación baja y alumbrado ..... | 5.300.000 "             |
| <b>TOTAL INST. ELECTRICA .....</b> | <b>13.150.000 ptas.</b> |

Obra civil

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Movimiento de tierras y explanación .. | 1.200.000 ptas.          |
| Hormigonado explanadas .....           | 15.779.000 "             |
| Carreteras .....                       | 14.973.000 "             |
| Zanjas para tuberías .....             | 1.300.000 "              |
| Deposito de aguas .....                | 563.200 "                |
| Fosa para báscula .....                | 755.000 "                |
| Oficina, comedor, etc. ....            | 2.250.000 "              |
| Edificios industriales .....           | 21.800.000 "             |
| <b>TOTAL OBRA CIVIL .....</b>          | <b>58.620.200 ptas.</b>  |
| Ingeniería .....                       | 12.700.000 "             |
| <b>TOTAL INVERSIONES PLANTAS .....</b> | <b>149.000.000 ptas.</b> |

## 5.12.- ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Se consideran costos de inversiones, costos de aperiación, precio de compra de materia prima y precios de venta a valor constante.

5.12.1.- Inversiones

Planta de astillado semejante a la de Puente Genil ex cepto en terrenos.

|   |             |       |
|---|-------------|-------|
| Equipos e instalaciones .....                             | 110.500.000 | ptas. |
| Terrenos 50.000 m <sup>2</sup> x 1.000 pts/m <sup>2</sup> | 50.000.000  | "     |
| Gastos de constitución .....                              | 2.500.000   | "     |

Planta separadora, se preveen las siguientes inversiones:

|  |                   |              |
|--|-------------------|--------------|
| Parque de almacenamiento de ramón<br>picado de 10.000 m <sup>2</sup> ..... | 10.000.000        | ptas.        |
| Nave industrial de unos 2.000 m <sup>2</sup>                               | 20.000.000        | "            |
| Tolva y alimentador .....  | 3.500.000         | "            |
| Separadora .....   | 2.500.000         | "            |
| Cintas salida astillas y hojas ..  | 2.500.000         | "            |
| <b>T O T A L</b> .....   | <b>38.500.000</b> | <b>ptas.</b> |

Resumen de inversiones:

|  |                    |              |
|--|--------------------|--------------|
| Equipos e instalaciones planta <u>as</u><br>tillado .....  | 110.500.000        | ptas.        |
| Equipos e instalaciones planta <u>se</u><br>paradora ..... | 28.500.000         | "            |
| Terrenos .....   | 50.000.000         | "            |
| Gastos de constitución .....                               | 2.500.000          | "            |
| <b>T O T A L I N V E R S I O N</b> ....                    | <b>201.500.000</b> | <b>ptas.</b> |

#### 5.12.2.- Capital circulante

Se considera disponer de 60.000.000 ptas. para hacer frente a los pagos al contado de las compras de leña y ramón picado durante los dos primeros meses de cada campaña.

### 5.12.3.- Costos de operación

#### 5.12.3.1.- Personal

|   |                   |              |
|---|-------------------|--------------|
| 3 Operadores de pala por turno .....    | 6 personas        |              |
| 1 Operador de astilladora por turno ..  | 2                 | "            |
| 1 Operador de separadora por turno ...  | 2                 | "            |
| 1 Controlador de báscula por turno ...  | 2                 | "            |
| 1 Administrativo .....                  | 1                 | "            |
| 1 Gerente .....                         | 1                 | "            |
| 12 Operarios a 1.400.000 ptas/año ..... | 16.800.000        | ptas.        |
| 1 Administrativo 1.500.000 ptas/año ..  | 1.500.000         | "            |
| 1 Gerente 2.800.000 ptas/año .....      | 2.800.000         | "            |
| <b>TOTAL COSTOS PERSONAL .....</b>      | <b>21.100.000</b> | <b>ptas.</b> |

#### 5.12.3.2.- Energía eléctrica

##### Planta astilladora

Potencia: 360 KW

Días de trabajo: 6 meses x 25 días/mes = 150 días

Horas de trabajo: 150 días x 16 hora/día = 2.400 horas

Energía consumida: 360 KW x 2.400 horas = 864.000 KWH

##### Planta separadora

Potencia: 50 KW

Días de trabajo año: 300 días

Horas de trabajo: 300 días x 16 horas/día = 4.800 horas

Energía consumida: 50 KW x 4.800 horas = 240.000 KWH

Coste total energía: 1.104.000 KWH x 6,5 ptas = 7.176.000 ptas.

## 5.12.3.3.- Gas-oil

Se consideran dos palas trabajando 6 meses/año en 25 días/mes y 16 horas/día y una pala durante 300 días/año y 16 horas/día con un consumo de 9 l/hora.

Consumo: 2 palas x 6 meses/año x 25 días/mes x 16 horas/día x 9 l/hora = 43.200 l.  
 1 pala x 300 días/año x 16 horas/día x 9 l/horas = - 43.200 l.

Precio del gas-oil: 40,5 ptas/l.

Coste total del gas-oil = 86.400 l x 40,5 ptas/l = 3.499.200 ptas

## 5.12.3.4.- Mantenimiento y respuestos

Se ha considerado un costo total anual, equivalente al 4% de la inversión total.

Costo: 149.000.000 x 0,04 = 6.000.000 ptas.

## 5.12.3.5.- Seguros

Se considera el costo de una póliza de seguros contra incendios por un importe anual de 500.000 ptas.

Resumen de costos de operación

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| Personal .....                   | 21.100.000 ptas. |
| Energía eléctrica .....          | 7.176.000 "      |
| Gas-oil .....                    | 3.499.200 "      |
| Mantenimiento y respuestos ..... | 6.000.000 "      |
| Seguros .....                    | 500.000 "        |

**TOTAL COSTOS OPERACION .....** 38.275.200 ptas.≈ 38,3 MP  
 =====

#### 5.12.4.- Costos de materia prima

Se estudian dos posibilidades de costo de la materia prima puesta en planta.

Leña: de 2 y 2,20 ptas/kg

Ramón picado: de 2 y 2,50 pts/kg

Costo leña a 2 ptas/kg = 50.000 t x 2.000 ptas/t = 100.000.000 ptas.

Id a 2,2 ptas/kg = 50.000 t x 2.200 ptas/t = 110.000.000 ptas.

Costos ramón a 2 ptas/kg = 25.000 t x 2.000 ptas/t = 50.000.000 ptas.

Id a 2,5 ptas/kg = 25.000 t x 2.500 ptas/t = 62.500.000 ptas.

#### 5.12.5.- Ventas

Se considera un precio de venta puesta sobre camión en planta de:

Astillas a ..... 3,50 ptas/kg

Hoja separada a ..... 4,50 ptas/kg

#### 5.12.6.- Financiación

Se consideran dos posibilidades:

1° - La Sociedad Promotora, financia con recursos propios el total de la inversión.

2° - La Sociedad Promotora, financia con recursos propios el 50% de la inversión correspondiente a equipos, terrenos y proyecto (100,75 M ptas) y el otro 50% es aportado por el PEN (100,75 M ptas) dentro de las acciones de promoción - gestión y participación y tendrá carácter de exigible de vengando un interés del 8% anual y será amortizada en 8 años a partir del final del 3<sup>er</sup> año de operación.

Los 6 M ptas correspondiente a la supervisión del montaje

de la planta, así como los 2,5 M ptas para el seguimiento técnico económico de la misma durante dos años serán aportadas por el PEN a fondo perdido.

#### 5.12.7.- Amortización

Para el primer caso en que la Sociedad Promotora financia con recursos propios el total de la inversión se ha considerado una amortización durante diez años a partir del final del primer año de operación, con importes constantes a lo largo del período.

En el segundo caso, disponiendo de financiación por parte de PEN se ha considerado un período de amortización de 10 años con dos años de carencia.

En ambos casos, se ha supuesto un valor residual cero al final del período de amortización para la totalidad de la inversión efectuada en la instalación de la planta (151,5 MP).

El valor de los terrenos (50 MP) es recuperable al año siguiente del período de vida de la instalación.

#### 5.12.8.- Ventas

|             |                   |               |                     |
|-------------|-------------------|---------------|---------------------|
| Planta ast. | 50.000 t astillas | x 3,6 ptas/kg | = 175.000.000 ptas. |
| Planta sep. | 18.000 t astilla  | x 3,5 "       | = 63.000.000 ptas.  |
| Id.         | 7.000 t hojas     | x 4,5 "       | = 31.500.000 ptas.  |

T O T A L V E N T A S ..... 269.500.000 ptas.

#### 12.9.- COSTOS

1º Costos - Leña a 2 ptas/kg

|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Ramón a 2 ptas/kg               |                                 |
| 50.000 t leña x 2 ptas/kg =     | 100.000.000 ptas.               |
| 25.000 t ramón x 2 " =          | <u>50.000.000 ptas.</u>         |
| Materia prima .....             | 150.000.000 ptas.               |
| Costos operación .....          | <u>38.300.000 ptas.</u>         |
| <b>T O T A L C O S T O S ..</b> | <b><u>188.300.000 ptas.</u></b> |

2° Costos - Leña a 2,20 ptas/kg

|                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Ramón a 2 ptas/kg                 |                          |
| 50.000 t leña x 2,2 ptas/kg =     | 110.000.000 ptas.        |
| 25.000 t ramón x 2 ptas/kg =      | <u>50.000.000 ptas.</u>  |
| Materia prima .....               | 160.000.000 ptas.        |
| Costos operación .....            | <u>38.300.000 ptas.</u>  |
| <b>T O T A L C O S T O S ....</b> | <b>198.300.000 ptas.</b> |

3° Costos - Leña a 2 ptas/kg

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Ramón a 2,5 ptas/kg               |                                 |
| 50.000 t leña x 2 ptas/kg =       | 100.000.000 ptas.               |
| 25.000 t ramón x 2,5 ptas/kg=     | <u>62.500.000 ptas.</u>         |
| Materia prima .....               | 162.500.000 ptas.               |
| Costos operación .....            | <u>38.300.000 ptas.</u>         |
| <b>T O T A L C O S T O S ....</b> | <b><u>200.800.000 ptas.</u></b> |

4° Costos - Leña a 2,20 ptas/kg

|                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Ramón a 2,50 ptas/kg               |                                 |
| 50.000 t leña x 2,2 pts/kg =       | 110.000.000 ptas.               |
| 25.000 t ramón x 2,5 ptas/kg=      | <u>62.500.000 ptas.</u>         |
| Materia prima .....                | 172.500.000 ptas.               |
| Costos operación .....             | <u>38.300.000 ptas.</u>         |
| <b>T O T A L C O S T O S .....</b> | <b><u>210.800.000 ptas.</u></b> |

- En los cuadros n° V a VII se ha considerado una aportación - por parte del PEN de 100,75 MP correspondiente al 50% de la inversión total, los cuales son amortizables en 10 años, de vengando un interés del 8% sobre el capital pendiente de de volución. La devolución del préstamo se realizará a partir - del final del 3<sup>er</sup> año de operación por partes iguales en 8 anualidades, existiendo por tanto dos años de carencia en di cha devolución. Los 6 MP que corresponden a los gastos de su pervisión del montaje de la planta, como los 2,5 MP para el seguimiento técnico económico de la misma durante dos años serán aportados por el PEN a fondo perdido.

#### 5.13.- CONCLUSIONES AL PLANTEAMIENTO TECNICO-ECONOMICO

Las conclusiones económicas derivadas del estudio son - las siguientes:

- Obtención de un combustible eficaz a un costo de 1 ptas/termia
- Según se desprende de los cuadros de estudio de Renta bilidad n° I a IV, con inversión total a cargo de la Sociedad Promotora, la tasa interna de retorno está comprendida entre el 21,5 y 14,5% en función del pre cio de coste de la materia prima.

Estudio de Rentabilidad

Inversión total

Costo de leña a 2 ptas/kg  
ramón a 2 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: I

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | 201,5     | - 201,5   |
| 1   | 269,5       | 188,3       | 15,15           |                       | 66,05    | 21,8      |                          | 60,0      | - 0,6     |
| 2   | 269,5       | 188,3       | 15,15           |                       | 66,05    | 21,8      |                          | -         | 59,4      |
| 3   | 269,5       | 188,3       | 15,15           |                       | 66,05    | 21,8      |                          | -         | 59,4      |
| 4   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 5   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 6   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 7   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 8   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 9   | 269,5       | 188,3       | 15,15           |                       | 66,05    | 21,8      |                          | -         | 59,4      |
| 10  | 269,5       | 188,3       | 15,15           |                       | 66,05    | 21,8      |                          | - 60,0    | 119,4     |
| 11  | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 21,5 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 8 años

Valor actualizado neto al 15% - 60,8.

Estudio de Rentabilidad

Inversión total

Costo de leña a 2,2 ptas/kg  
ramón a 2 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: II

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | 201,5     | - 201,5   |
| 1   | 269,5       | 198,3       | 15,15           |                       | 56,05    | 18,5      |                          | 60,0      | - 7,3     |
| 2   | 269,5       | 198,3       | 15,15           |                       | 56,05    | 18,5      |                          | -         | 52,7      |
| 3   | 269,5       | 198,3       | 15,15           |                       | 56,05    | 18,5      |                          | -         | 52,7      |
| 4   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 5   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 6   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 7   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 8   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 9   | 269,5       | 198,3       | 15,15           |                       | 56,05    | 18,5      |                          | -         | 52,7      |
| 10  | 269,5       | 198,3       | 15,15           |                       | 56,05    | 18,5      |                          | - 60,0    | 112,7     |
| 11  | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 18,4 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 10 años

Valor actualizado neto al 15% - 31,6.

Estudio de Rentabilidad

Inversión total

Costo de leña a 2 ptas/kg  
ramón a 2,5 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: III

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | 201,5     | - 201,5   |
| 1   | 269,5       | 200,8       | 15,15           |                       | 53,55    | 17,67     |                          | 60,0      | - 8,97    |
| 2   | 269,5       | 200,8       | 15,15           |                       | 53,55    | 17,67     |                          | -         | 51,03     |
| 3   | 269,5       | 200,8       | 15,15           |                       | 53,55    | 17,67     |                          | -         | 51,03     |
| 4   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 5   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 6   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 7   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 8   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 9   | 269,5       | 200,8       | 15,15           |                       | 53,55    | 17,67     |                          | -         | 51,03     |
| 10  | 269,5       | 200,8       | 15,15           |                       | 53,55    | 17,67     |                          | - 60,0    | 111,03    |
| 11  | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 17,6 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 10 años

Valor actualizado neto al 15% - 24,3.

Estudio de Rentabilidad

Inversión total

Costo de leña a 2,2 ptas/kg  
ramón a 2,5 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: IV

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | 201,5     | - 201,5   |
| 1   | 269,5       | 210,8       | 15,15           |                       | 43,55    | 14,37     |                          | 60,0      | - 15,67   |
| 2   | 269,5       | 210,8       | 15,15           |                       | 43,55    | 14,37     |                          | -         | 44,33     |
| 3   | 269,5       | 210,8       | 15,15           |                       | 43,55    | 14,37     |                          | -         | 44,33     |
| 4   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 5   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 6   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 7   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 8   | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | -         | -         |
| 9   | 269,5       | 210,8       | 15,15           |                       | 43,55    | 14,37     |                          | -         | 44,33     |
| 10  | 269,5       | 210,8       | 15,15           |                       | 43,55    | 14,37     |                          | - 60,0    | 104,33    |
| 11  | -           | -           | -               |                       | -        | -         |                          | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 14,5 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% ->11 años

Valor actualizado neto al 15% - -4,9

Estudio de Rentabilidad

Costo de leña a 2 ptas/kg  
ramón a 2 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: V

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | 100,75    | - 100,75  |
| 1   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 8,06                  | 57,99    | 19,14     | -                        | 60,0      | - 6,0     |
| 2   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 8,06                  | 57,99    | 19,14     | -                        | -         | 54,0      |
| 3   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 8,06                  | 57,99    | 19,14     | 12,6                     | -         | 41,4      |
| 4   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 7,05                  | 59,0     | 19,47     | 12,6                     | -         | 42,08     |
| 5   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 6,04                  | 60,01    | 19,80     | 12,6                     | -         | 42,76     |
| 6   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 5,04                  | 61,01    | 20,13     | 12,6                     | -         | 43,43     |
| 7   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 4,03                  | 62,02    | 20,47     | 12,6                     | -         | 44,10     |
| 8   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 3,02                  | 63,03    | 20,80     | 12,6                     | -         | 44,78     |
| 9   | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 2,01                  | 64,04    | 21,13     | 12,6                     | -         | 45,46     |
| 10  | 269,5       | 188,3       | 15,15           | 1,00                  | 65,05    | 21,47     | 12,55                    | - 60,0    | 106,18    |
| 11  | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 32 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 5 años

Valor actualizado neto al 15% - 93,3

Estudio de Rentabilidad

Costo de leña a 2,2 ptas/kg  
ramón a 2 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: VI

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | 100,75    | - 100,75  |
| 1   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 8,06                  | 47,99    | 15,84     | -                        | 60,0      | - 12,7    |
| 2   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 8,06                  | 47,99    | 15,84     | -                        | -         | 47,3      |
| 3   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 8,06                  | 47,99    | 15,84     | 12,6                     | -         | 34,7      |
| 4   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 7,05                  | 49,00    | 16,17     | 12,6                     | -         | 35,38     |
| 5   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 6,04                  | 50,01    | 16,50     | 12,6                     | -         | 36,06     |
| 6   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 5,04                  | 51,01    | 16,83     | 12,6                     | -         | 36,73     |
| 7   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 4,03                  | 52,02    | 17,17     | 12,6                     | -         | 37,40     |
| 8   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 3,02                  | 53,03    | 17,50     | 12,6                     | -         | 38,08     |
| 9   | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 2,01                  | 54,04    | 17,83     | 12,6                     | -         | 38,76     |
| 10  | 269,5       | 198,3       | 15,15           | 1,00                  | 55,05    | 18,17     | 12,55                    | - 60,0    | 99,48     |
| 11  | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 26,7 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 6 años

Valor actualizado neto al 15% - 64.

Estudio de Rentabilidad

Costo de leña a 2,2 ptas/kg  
ramón a 2,5 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: VIII

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | 100,75    | - 100,75  |
| 1   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 8,06                  | 35,49    | 11,71     | -                        | 60        | - 27,01   |
| 2   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 8,06                  | 35,49    | 11,71     | -                        | -         | 33,93     |
| 3   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 3,06                  | 35,49    | 11,71     | 12,6                     | -         | 26,33     |
| 4   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 7,05                  | 36,50    | 12,04     | 12,6                     | -         | 27,01     |
| 5   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 6,04                  | 37,51    | 12,38     | 12,6                     | -         | 27,68     |
| 6   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 5,04                  | 38,51    | 12,71     | 12,6                     | -         | 28,35     |
| 7   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 4,03                  | 39,52    | 13,04     | 12,6                     | -         | 29,03     |
| 8   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 3,02                  | 40,53    | 13,37     | 12,6                     | -         | 29,71     |
| 9   | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 2,01                  | 41,54    | 13,71     | 12,6                     | -         | 30,38     |
| 10  | 269,5       | 210,8       | 15,15           | 1,00                  | 42,55    | 14,04     | 12,55                    | - 60,0    | 91,11     |
| 11  | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | - 50,0    | 50,00     |

TIR - 19 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 10 años

Valor actualizado neto al 15% - 23.

Estudio de Rentabilidad

Costo de leña a 2 ptas/kg  
ramón a 2,5 ptas/kg

En millones de ptas.

CUADRO: VII

| AÑO | VENTAS<br>V | COSTES<br>C | AMORTIZAC.<br>A | COSTES<br>FINANCIEROS | V-C-A-CF | IMPUESTOS | DEVOLUCION<br>PREST. PEN | INVERSION | CASH-FLOW |
|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 0   | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | 100,75    | - 100,75  |
| 1   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 8,06                  | 45,49    | 15,01     | -                        | 60,0      | - 14,37   |
| 2   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 8,06                  | 45,49    | 15,01     | -                        | -         | 45,63     |
| 3   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 8,06                  | 45,49    | 15,01     | 12,6                     | -         | 33,03     |
| 4   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 7,05                  | 46,50    | 15,34     | 12,6                     | -         | 33,71     |
| 5   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 6,04                  | 47,51    | 15,68     | 12,6                     | -         | 34,38     |
| 6   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 5,04                  | 48,51    | 16,00     | 12,6                     | -         | 35,06     |
| 7   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 4,03                  | 49,52    | 16,34     | 12,6                     | -         | 35,73     |
| 8   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 3,02                  | 50,53    | 16,67     | 12,6                     | -         | 36,41     |
| 9   | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 2,01                  | 51,54    | 17,00     | 12,6                     | -         | 37,09     |
| 10  | 269,5       | 200,8       | 15,15           | 1,00                  | 52,55    | 17,34     | 12,55                    | - 60,0    | 97,81     |
| 11  | -           | -           | -               | -                     | -        | -         | -                        | - 50,0    | 50,0      |

TIR - 25,3 %

Tiempo de recuperación de la inversión 15% - 7 años

Valor actualizado neto al 15% - 56,7

6.- RESUMEN

### 6.1.- INVENTARIO DE RECURSOS

En una primera parte del estudio se realiza un inventario de los residuos generados en la poda en las principales comarcas olivareras españolas. De todas ellas resaltan los valores que se obtienen en las provincias andaluzas con un máximo en Jaén con unas 550.000 t/año de residuos disponibles y no utilizables. Dentro de Jaén destaca la producción de residuos en la Comarca de "Campiña Sur". Además de Andalucía - es interesante considerar Extremadura con una producción de unas 122.000 t/año en la provincia de Badajoz.

Un tercer lugar podría corresponder a la provincia de Toledo, donde existen tres comarcas con una disposición de residuos superior a las 10.000 toneladas anuales. Poco interés presentan los residuos generados en las comarcas levantinas - debido a su elevado grado de utilización.

### 6.2.- ANALISIS TECNICO

En el capítulo número 4 se realiza un análisis técnico económico de todo un proceso de aprovechamiento integral - de la poda de olivo.

Dentro del programa de trituración de ramón de olivo con máquinas móviles, se estudian las diversas modalidades de amontonado y picado en el campo. Comparando el amontonado ca

da 2, 4 y 18 olivos, el caso más favorable se presenta con el amontonado del ramón de 18 olivos antes de ser picado.

El costo real de esta operación se sitúa en las 2,15 pts/kg.

Al comparar el amontonado y picado de ramón de cada 4 olivos o con rastrillo, en conjunto amontonado y picado resultó ser más favorable el amontonado cada 4 olivos. Los costos de esta operación son de 3,10 pts/kg en la campaña 1981-82.

Se estudia el comportamiento de dos máquinas astilladoras y se comparan los beneficios de una u otra con ligera diferencia y con rendimiento de picado en el campo del orden de la tonelada por hora.

Se analizan los resultados de las máquinas separadoras hoja-astilla en una instalación industrial y en otra de tipo rural.

En la primera, con una capacidad horaria de 4,8 t, se obtiene una fracción astilla con 12,9% de hojas. En la separadora rural fabricada en la explotación con una aventadora - de cereales antigua, se logra un rendimiento de 1,2 t/h según se trate de producto viejo o fresco. En la separación más favorable se ha logrado una pureza en hoja del 94,8%. Con respecto al contenido en hoja de la astilla el valor medio es del orden del 11%.

La leña de olivo posee un poder calorífico que varía entre 4.400 kcal/kg para leña y 3.400 kcal/kg para la fracción ramón.

La fracción hoja de olivo separada del ramón picado - posee un valor energético muy bajo y un valor proteínico casi nulo.

Las máquinas separadoras deben asegurar una fracción hoja con el menor contenido posible de astilla. Se aconseja que la fracción hoja de olivo tenga un contenido en astilla inferior al 10% para poder obtener un producto forrajero ligeramente superior a una buena paja de cereal.

### 6.3.- PLANTEAMIENTO DE UNA INSTALACION

Se plantea una instalación capaz de tratar 50.000 t/año de leña de olivo para su transformación en astilla y 25.000 t/año de ramones de los que se obtendrán 16.250 t de astilla y 8.750 t/año de hoja de olivo.

Energéticamente se pretende ahorrar unas 22.900 t de fuel-oil. Además se pretende obtener unas 8.750 t de forraje para el ganado.

La instalación constará de dos plantas:

- a) Planta de astillado
- b) Planta de separación hoja-astilla.

La Planta de astillado será similar a la que está operando en Puente Genil (Córdoba) y tratará leña de olivo durante seis meses. Constará de parque de almacenamiento de leña con capacidad de 12.000 m<sup>2</sup> para cubrir las necesidades punta que se producen en el mes de febrero.

Para el almacenamiento de ramón picado se ha calculado una necesidad máxima de 12.000 m<sup>2</sup> de parque hormigonado de

tada con su red de incendios.

La maquinaria necesaria en la instalación será .

Equipo del parque:

- 1 pala cargadora equipada con pinzas.
- 2 palas cargadoras de ruedas articuladas equipada con cuchara enrejada de 3 m<sup>3</sup> de capacidad.

Equipo de la planta de astillado:

- 1 máquina astilladora con capacidad de producción de 25 t/h.
- 1 cinta transportadora fija.
- 1 cinta transportadora giratoria.
- 1 báscula para el pesaje de camiones con capacidad para 50.000 kg.

Equipo de la planta separadora:

- 1 tolva con alimentador de placas.
- 1 separador hoja-astilla con capacidad de 5,2 t/h.
- 2 cintas transportadoras para hoja y astilla.

Además irán las correspondientes instalaciones de servicios de electricidad y agua, y unas oficinas para el control de la instalación.

Inversiones

Se prevén unas inversiones de 201,5 millones de pesetas repartidos en los siguientes conceptos:

|                              |              |             |
|------------------------------|--------------|-------------|
| Equipos .....                | 64,53        | Mpts        |
| Instalación eléctrica .....  | 13,15        | "           |
| Obra civil .....             | 58,62        | "           |
| Ingeniería .....             | 12,7         | "           |
| Terrenos .....               | 50,0         | "           |
| Gastos de constitución ..... | 2,5          | "           |
| <b>T O T A L .....</b>       | <b>201,5</b> | <b>Mpts</b> |

Se calcula la necesidad de disponer de un capital circulante de 60 millones de pesetas.

Los costos de operación serán de 38,3 millones de pe setas. Se estudian diversos costos, variando los precios de compra de leña entre 2 y 2,5 pts/kg y del ramón picado entre 2 y 2,5 pts/kg.

Se estiman unos precios de venta de:

Astilla a ..... 3,5 pts/kg

Hoja a ..... 4,5 pts/kg

Según se ve en los cuadros de estudio de Rentabilidad con inversión total a cargo de la Sociedad Promotora de la instalación, la tasa interna de retorno está comprendida en tre el 21,5 y el 14,5% en función del precio de coste de la materia prima.

7.- CONCLUSIONES

Como principales conclusiones al presente estudio se pueden sacar:

- 1.- Se genera una gran cantidad de residuos agrícolas en las faenas periódicas de poda, que en la actualidad son destruidos o infrautilizados.
- 2.- Destaca Andalucía con la máxima nacional de la producción de poda de olivo. Jaén ocupa un primer lugar con 550.000 t/año de residuos disponibles.
- 3.- Se dispone de una tecnología de tratamiento de la leña en instalación fija, con datos reales de la instalación de Puente Genil.
- 4.- Asimismo se dispone de una técnica de recogido y picado - de ramón en el campo con máquinas astilladoras móviles y con datos controlados de dos campañas.
- 5.- Existen equipos de separación de las fracciones de hoja y astilla con rendimiento interesante aunque es de esperar una mejora en estos equipos.
- 6.- Dentro de la región productora de residuos, existen varios núcleos industriales con fuerte demanda en energía, con gran facilidad de sustitución de sus combustibles por arcilla de olivo.
- 7.- Existe una ganadería capaz de absorber la hoja de olivo.

Aunque el valor ganadero no es elevado, se presenta la hoja de olivo en unas circunstancias ganaderas coyunturales como son la posible sequía y carencia de pastos.

- 8.- El estudio técnico-económico se presenta favorable. Se estima necesario el planteamiento de una instalación ca paz de tratar 50.000 t/año en astilladora fija y 25.000 - t/año de ramón picado para su separación en fracciones de hoja y astilla. La inversión de la planta se estima en 201,5 millones de pesetas. Según el estudio de rentabilidad, la tasa interna de retorno está comprendida entre el 21,5 y el 14,5% en función de varios precios de compra y venta de los productos.

A la vista de las conclusiones anteriores se considera interesante el establecimiento de una planta de aprovechamiento integral de la poda de olivo con el fin de obtener un producto energético, la astilla, y un producto ganadero, la hoja.

La astilla con un P.C.I. de 4.400 Kcal/kg puede ser consumida en los núcleos industriales de la provincia, origiginando un sustancial ahorro energético. La hoja de olivo, - aunque de bajo valor ganadero, puede tener un gran interés en épocas de sequía y en un período del año de carencia de pastos.