



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

RESERVADO

164.01

29 de julio de 1987
ESPAÑOL

FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA.

DP/URU/83/013

Informe técnico basado en consultoría
en economía forestal
12/03/87 a 12/04/87

Preparado para el Gobierno de Uruguay
por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,
en calidad de organismo de ejecución del
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en el trabajo de Benjamín Olivares

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
Viena

El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la
Secretaría de la ONUDI.

CAPITULO 1: Introducción

1. En el marco del Proyecto DP/URU/83/013/11-02 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo titulado "Fuentes Alternativas de Energía - Asistencia Preparatoria", la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial contrató un experto en Economía Forestal para que en cooperación con la Dirección Nacional de Energía se abocara al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- 1) Análisis de la información existente relativa a precios de mercado de leña y carbón desde el punto de vista de la producción y el consumo.
- 2) Cálculo de los costos de producción de leña y carbón.
- 3) Evaluación de la relación actual entre los costos de transporte de leña, carbón y otros productos de la biomasa forestal y el precio de mercado de esos productos en los sectores residencial, comercial e industrial.
- 4) Elaboración de escenarios de producción-consumo que facilite una comparación de los problemas actuales de disponibilidad de combustible y las alternativas potenciales basadas en el uso de leña y carbón.

En el curso de la misión se consideró adecuado limitar los términos de referencia exclusivamente a la leña, debido a la escasa participación del carbón en el consumo actual de energéticos, la limitada información disponible, además de estar previsto estudiarlo en el proyecto definitivo "Producción de carbón vegetal y gasificación de maderas".

Grupo de Trabajo

2. La misión del consultor tuvo el apoyo de técnicos designados por el grupo de trabajo "Fuentes Alternativas de Energía". El grupo estuvo constituido por los siguientes profesionales:

Srta. Rosario Pou F., Ing. Agrónomo - Dirección Nacional de Energía.

Srta. María Tamosiunas, Ing. Agrónomo - Facultad de Agronomía.

Sr. Daniel San Román, Ing. Agrónomo - Dirección Forestal - MGAP

Sr. Gerardo Almeida, Ing. Agrónomo - Dirección Nacional de Energía -
MIE.

Sr. Gustavo Gamundi, Ing. Agrónomo - Dirección Nacional de Energía -
MIE.

Debe mencionarse en forma especial el apoyo prestado por la Dirección Nacional de Energía a través de sus autoridades, Ing. Sigmund Antman; e Ing. Rosario Pou F. como de su personal técnico y administrativo.

Actividades desarrolladas

3. Durante el período comprendido entre el 12 de marzo y el 12 de abril el Grupo de Trabajo se abocó a revisar la documentación existente y a realizar numerosas entrevistas coordinadas por la Dirección Nacional de Energía. La lista de personas consultadas aparece en el Apéndice 1.1. Se mantuvo contacto con las autoridades de la Dirección Nacional de Energía a través de reuniones periódicas en que se daba cuenta del estado de avance de la misión.
4. Durante el período señalado se analizaron los siguientes aspectos que cubren los objetivos antes descritos:
 - i) Antecedentes relativos al problema energético del Uruguay, oferta y demanda de leña en el país y su balance.
 - ii) El mercado de la leña en el Uruguay, su estructura, canales de comercialización y precios.
 - iii) Costos de producción de leña.
 - iv) Análisis de escenarios de producción - consumo.

CAPITULO 2: Antecedentes

El problema energético del Uruguay

1. Uruguay no posee hidrocarburos líquidos ni gaseosos, habiendo explotado intensamente sus recursos hidráulicos, por lo que su economía tiene una fuerte dependencia del exterior a través de la importación de petróleo. En 1985 el país importó aproximadamente US\$ 224 millones en petróleo, cifra que representó el 26.2% del total de exportaciones y el 31.6% de las importaciones totales (1). En ese mismo año, según se muestra en el Cuadro 1, el 52.7% del consumo total de energía del país provenía de los derivados del petróleo, aunque este aporte ha descendido sensiblemente en los últimos años. Basta señalar que en 1981 representaba el 62.1% del consumo total energético.

Cuadro 1 Consumo de energía en Uruguay

Tipo	Consumo total 1981		Consumo total 1985	
	Ktep	%	Ktep	%
Derivados del Petróleo	258.4	62.1	914.8	52.7
Electricidad	258.5	72.8	274.2	15.8
Carbón mineral y derivados	6.3	0.3	1.2	0.0
Leña y derivados	459.9	22.7	495.8	28.6
Residuos biomasa	38.5	1.9	46.2	2.7
Energía eólica	3.7	0.2	4.0	0.2
TOTAL	2025.3	100.0	1736.2	100.0

Fuente : Dirección Nacional de Energía - Balance Energético Nacional 1985.

2. Es importante destacar el espectacular crecimiento del grado de autoabastecimiento que se ha producido en los últimos años. Desde un 21.7% en 1975 se ha llegado a un 56.9% de producción nacional de energía primaria (ver DNE op.cit.). Esto proviene del equipamiento hidroeléctrico cuyos sitios de instalación posible están prácticamente agotados.

(1) Dirección Nacional de Energía - Balance Energético Nacional 1985.

La llamada "crisis del petróleo" ha obligado a encontrar sustitutos que permitan aliviar la dependencia del petróleo importado y muchas veces a salvar industrias que de otra manera habrían estado obligadas a cerrar por la incidencia enorme del costo de combustible. En este aspecto la leña ha jugado un rol trascendental. En el Cuadro 2 se muestra la participación creciente en el consumo final de energía del sector productivo: desde sólo un 5.3% en 1975 ha llegado a proveer el 22.2% en 1985.

Cuadro 2 Participación de la leña y derivados en el consumo final de energía del sector productivo

<u>Año</u>	<u>% Participación leña</u>
1975	5.3
1976	6.1
1977	6.3
1978	6.9
1979	7.6
1980	9.5
1981	14.6
1982	11.2
1983	13.9
1984	19.4
1985	22.2

Fuente: DNE op. cit. p. 27.

Debe destacarse el hecho que el fuel-oil y gas-oil representan aproximadamente el 41 y el 28% del consumo total del petróleo y derivados, respectivamente.

El impacto que esta dependencia ha tenido sobre la economía en su conjunto es un hecho indiscutible: por una parte ha reducido la capacidad de inversión y por otra ha agravado el déficit de la Balanza de Pagos. El

alza de precios del petróleo deterioró los términos de intercambio y por ello produjo una disminución del poder de compra de las exportaciones. Igualmente decayó la actividad productiva.

Se advierte una clara tendencia a reemplazar el fuel-oil por leña, aunque surgen algunas dudas respecto a la eficiencia del sector para proporcionar en forma continua el producto a precios competitivos. Aunque el país ya ha logrado una amplia experiencia en la selección y adaptación de especies forestales, en la producción de plántulas y en cierto sentido en la explotación de los bosques, no se advierte un incremento importante en la tasa de forestación. Es fundamental analizar la factibilidad del establecimiento de bosques con fines energéticos y estudiar las medidas de racionalización en muchas de las fases del proceso actual de abastecimiento de leña a las industrias, en especial en lo que a explotación, transporte y distribución se refiere.

Se cree que como consecuencia de las distintas actividades de este proyecto de asistencia preparatoria será posible instrumentar medidas políticas con esos fines.

Oferta de leña

1. De acuerdo al Inventario de Recursos Forestales de Uruguay (Proyecto MIE/PNUD/ONUDI 1987) el país cuenta con 521.085 hectáreas de bosques (*), de las cuales 398.232 ha. corresponden a monte natural y 122.852 ha. a plantaciones. La superficie total de bosques constituye sólo el 3% de la superficie territorial.
2. Los montes naturales se encuentran distribuidos en todo el país a lo largo de los ríos y en la sierras, cumpliendo una función ecológica de importancia.

(*) La superficie mínima fotointerpretada correspondió a montes de más de 1 hectárea.

Su heterogeneidad, su importancia para la conservación del suelo y fauna, así como las características dasométricas hacen pensar que en el futuro no debieran considerarse dentro de la oferta efectiva de leña (*).

3. Las plantaciones forestales representan el 24% de la superficie total de bosques, y de ellas las plantaciones de Eucalyptus constituyen el 84%. El resto corresponde a las plantaciones de pino. No se consideraron en el estudio señalado las plantaciones de sauces, álamos, acacias y paraísos, aunque ellas son de poca importancia en el conjunto. En el cuadro siguiente se entrega el área forestada por departamento de acuerdo al estudio realizado por el Proyecto MIE/PNUD/ONUDI (1987).

(*) El gobierno decidió no tenerlos en cuenta en ninguna proyección de objetivos e incluso el proyecto de Ley Forestal a consideración del Poder Legislativo plantea la prohibición de explotación de estos bosques.

Cuadro 3: Area forestada por Departamento (ha.)

Departamento	Pino	Eucalyptus	Bosque natural	Total
Artigas	8.64	5804.16	49374	55186.80
Canelones	1595.12	6190.32	4757	12542.44
Cerro Largo	164.80	6509.28	33466	40142.08
Colonia	376.74	1666.33	5237	7280.07
Durazno	199.76	6687.50	11666	18553.26
Flores	--	2335.04	3305	5640.04
Florida	84.20	7115.76	14909	22108.96
Lavalleja	115.52	6817.56	32284	79217.38
Maldonado	1475.48	4692.16	16878	23045.64
Montevideo	585.44	677.96	102	1365.40
Paysandú	2772.72	9804.68	46338	58915.40
Río Grande	1442.80	6137.38	10455	18035.18
Rivera	1620.96	9081.73	24650	34352.69
Rocha	7213.06	6570.32	19454	32237.38
Salto	17.44	5777.31	41286	47080.75
San José	1065.64	2480.32	6122	9667.96
Soriano	--	3423.78	7323	10746.73
Tacuarembó	930.36	8270.58	47643	56843.94
Treinta y Tres	23.68	4117.82	22981	27122.50
TOTAL	19692.36	103160.29	398232	521084.65

Fuente: Borrador de Informe Final
Proyecto MIE/PNUD/ONUDI

4. La totalidad de las plantaciones existentes presentan un buen potencial de aprovechamiento con fines energéticos, aún cuando en la actualidad son las especies de Eucalyptus las que más contribuyen a la oferta de leña.

Utilizando los rendimientos conservadores que se entregan en el Cuadro 4, es posible estimar el potencial productivo bruto anual de las plantaciones forestales, bajo el supuesto de manejo de rendimiento sostenido.

Cuadro 4: Potencial productivo bruto de las plantaciones forestales

Especie	IMA (m ³ /ha/año)	Superficie (ha)	Oferta potencial 1000 m ³ /año
Eucalyptus	15	103160	1547.4
Pino	12	19692	236.3
TOTAL		122852	1783.7

5. De esta oferta potencial bruta anual deben deducirse al menos:
- Residuos que quedan en el monte después de la explotación, que para efectos de la estimación se considerará ascendente al 10%.
 - Consumo industrial de madera proveniente de plantaciones, estimado en 250.000 m³.

Haciendo estas deducciones y considerando que 1 m³ verde equivale a 0.7 toneladas de leña oreada, el potencial energético ascendería a 948,731 ton oreadas (1)/año.

(1) Oreada: Leña seca al aire con un contenido de humedad de aproximadamente un 40%.

Consumo de leña

6. De acuerdo a la información publicada por la Dirección Nacional de Energía, en el año 1986 el consumo total de leña alcanzó a 1,864,462 ton (oreadas), cuya distribución en los diferentes sectores fue la siguiente:

	<u>Ton (oreadas)</u>
Residencial rural	647,000
Residencial urbano	
. Ciudades del interior	536,574
. Montevideo	128,622
Comercio	11,357
Industrias	538,019
Servicio	2,890
TOTAL	1,864,462

Dirección Nacional de Energía (1985-86). La leña como combustible en Uruguay - Apéndice I.

7. Utilizando las cifras de 1984 proporcionadas por la Dirección Nacional de Energía en relación al consumo de leña por especie, en 1985 se habrían consumido unas 583,577 ton (oreadas) de leña proveniente del monte natural. En consecuencia las plantaciones forestales habrían aportado 1,280,885 ton (o). Este aporte en gran parte proviene de las plantaciones de Eucalyptus ya que son pocas las industrias que consumen leña de pino u otras especies.

Balace Oferta - Demanda de Leña

8. De acuerdo a los antecedentes entregados, el potencial productivo bruto de las plantaciones fue en 1985 de alrededor de 1,783,700 m³ (verdes). La producción aprovechable con fines energéticos fue de 948,731 toneladas oreadas. Si se compara esta cifra con el consumo de 1,280,885 ton. (o) de leña proveniente de las plantaciones forestales, es posible apreciar que prácticamente hay un equilibrio entre oferta y demanda de leña, aunque este equilibrio, por las razones que a continuación se dan, parece bastante inestable: i) Por un lado se sabe que las plantaciones de pino normalmente no han aportado cantidades significativas a la oferta de leña. En estas

circunstancias si se compara el consumo anual con el potencial aprovechable de las plantaciones de eucalyptus (974,860), aparece un déficit de 306,000 ton.(o) con respecto a la producción de rendimiento sostenido, sin considerar ningún aprovechamiento industrial de este producto.

ii) Según antecedentes del Censo Agropecuario de 1980 y de la Carta Forestal, casi un 36% de los montes tienen una superficie inferior a las cuatro hectáreas.

Es de suponer que una proporción de las plantaciones de eucalyptus en esta categoría no llegará a formar parte de la oferta para leña. Razones de objetivos diferentes, localización, dificultades de explotación económica justifican esta proposición.

iii) Cabe señalar, además, que la lejanía a los mercados dejará fuera plantaciones que han sido incluidas en la oferta aprovechable. Determinar la importancia que juega el costo de transporte en la formación del precio de la leña en los principales centros industriales es parte de los objetivos de este estudio.

iv) Demanda creciente de leña por la industria. De acuerdo a las cifras entregadas por el Balance Energético Nacional y resumidas en el Cuadro 5 para los principales combustibles utilizados por la industria, en el período 82-85 ha disminuido el consumo de la totalidad de ellos, con la única excepción de la leña que ha aumentado en un 88%. El enorme incremento del costo de la energía en ese período indujo a las industrias a sustituir combustibles caros por leña. Esta situación se refleja en cierto sentido si se analizan las ventas de calderas en los últimos años (ver Anexo 2.1). A partir de 1981 se inicia una sustitución marcada que alcanza en 1985 a que el 80% de las calderas vendidas ese año correspondan a calderas a leña.

Cuadro 5 Consumo de principales combustibles usados por la industria (Ktep)

Año	Carbón mineral	Diesel oil	Gas oil	Fuel oil	Kerosene	Gas licuado	Leña
1982	0.6	2.6	13.0	254.2	3.1	1.9	72.5
1983	0.1	2.5	7.6	238.8	1.0	1.8	89.3
1984	0.2	1.7	13.1	200.7	0.4	1.6	122.9
1985	0.3	2.0	7.4	165.7	0.3	1.9	136.2

Fuente: Ministerio de Industria y Energía - Dirección Nacional de Energía
Balance Energético Nacional 1985

Con el fin de poner en su real magnitud el problema descrito se presenta a continuación la situación de oferta y demanda industrial de leña en las zonas que dominan el mercado de este producto en el país.

El consumo industrial para los principales departamentos fue el siguiente en 1968 :

	<u>Ton.(o)</u>
Montevideo	141843
Canelones	78779
Maldonado	42920
Colonia	93089
San José	12262
Lavalleja	<u>89554</u>
TOTAL	458447

En los mismos departamentos existe una superficie de 22524 hectáreas de eucalyptus. Bajo el supuesto de que el 80% de esas plantaciones participara en la oferta de leña, sería posible extraer unos 270288 m³ (verdes). Si se descuenta el 10% por pérdida durante la explotación y se transforma a toneladas oreadas, la oferta neta de rendimiento sostenido sería de 182,444 ton. (o)/ año.

Por lo tanto, en esos departamentos sólo considerando el consumo industrial, habrá un déficit de 276,003 toneladas, que deben ser abastecidas de zonas bastante alejadas con el consiguiente encarecimiento, debido al costo de transporte.

9. La tasa anual de conversión de calderas que queman fuel oil a leña, ha ido incrementándose, pero aún queda un amplio número de industrias que técnicamente pueden realizar la sustitución. Partiendo del hecho de que en 1985 el consumo total de fuel oil fue de 165,7 Ktep podría pensarse que aún el 50% de ese consumo podría sustituirse por leña. De darse esa sustitución el aumento de consumo de leña sería del orden de los 470.900 m³ de madera verde en pie.

Para abastecer esta mayor demanda sería necesario forestar unos 18.836 hectáreas para bosque que brindarían una oferta anual de 25 m³/ha., situación nada difícil dado el avance de conocimientos en cuanto a especie y sitios aptos.

No parece muy difícil lograr esta meta dado que existen terrenos de aptitud forestal aún no forestados, y por el hecho que representan una inversión aproximada a los 5 millones de dólares americanos.

CAPITULO 3: Antecedentes básicos sobre el mercado de leña en Uruguay

1. La demanda de leña puede dividirse en cuatro segmentos principales:

- Residencial rural.
- Residencial urbano.
 - . Ciudades del interior.
 - . Montevideo.
- Comercio y servicios.
- Industria.

Cada uno de estos segmentos muestra características particulares en cuanto a su comportamiento en el mercado. En el presente capítulo las observaciones serán referidas principalmente a los usuarios de Montevideo, tanto residencial, comercial como industrial, dando énfasis a este último segmento.

Canales de Comercialización

2. El Gráfico 1 muestra las principales formas como se canaliza la oferta de leña en el país.

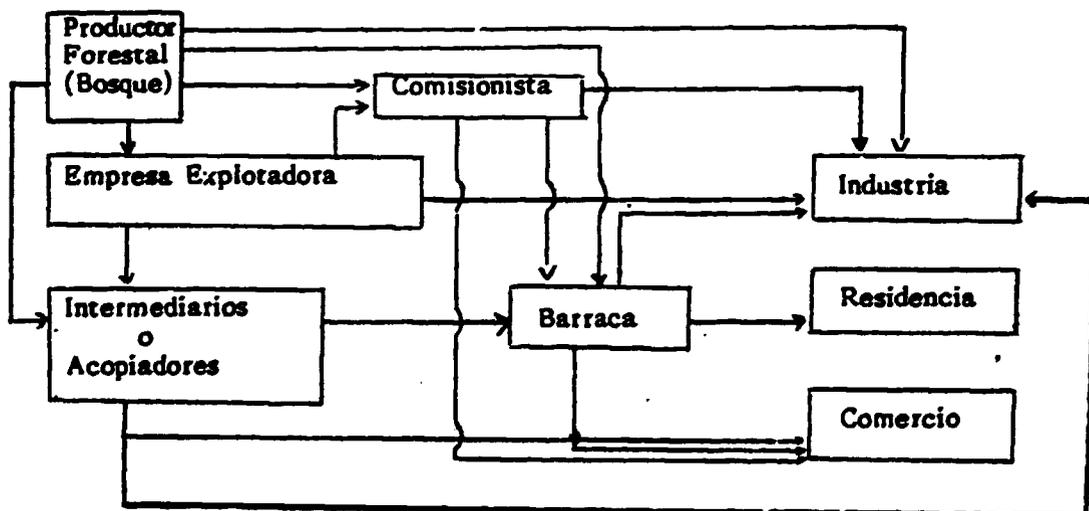


Gráfico 1: Estructura del Mercado de Leña.

A nivel residencial y comercial el abastecimiento proviene casi exclusivamente de las barracas, establecimientos dedicados a la compra y venta del producto. Muy ocasionalmente en invierno, algunos camioneros, aprovechando coyunturas muy especiales, hacen las veces de intermediarios.

El segmento industrial utiliza múltiples formas de abastecimiento. La menos difundida la constituye la posesión de su propia fuente de abastecimiento. En una encuesta a 92 industrias realizada en 1985, sólo 14 industrias (15%) manifestaron poseer bosques propios. Del consumo total de leña de las industrias encuestadas el 22% del volumen correspondía a bosques propios y de este volumen 3 empresas representaban el 75%.

La gran mayoría de la industria se abastece de terceros. Desafortunadamente la encuesta no permite discriminar qué porcentaje compra bosque en pie y explota directamente o a través de empresas dedicadas a la explotación de bosques, qué porcentaje compra la leña puesta a orilla de camino o en el lugar de corte y qué volumen se compra puesto fábrica. Lo normal, sin embargo, parece ser la compra en planta, a través de empresas que se dedican a la explotación de bosques para fines energéticos, o bien a través de las barracas establecidas. Es probablemente la pequeña industria (panaderías principalmente) la que utiliza con mayor frecuencia este último canal de comercialización. Estas empresas normalmente se abastecen a lo largo de todo el año sin mantener stocks de importancia. En cambio, la industria mediana y mayor, acostumbra a mantener grandes stocks, con lo que se beneficia de compras en verano a precios más convenientes.

Tipo de Leña

3. En Uruguay la leña puede clasificarse según el bosque de donde proviene, en leña de monte natural o leña de plantaciones artificiales, normalmente de eucalyptus. La leña de monte natural es usada casi exclusivamente por los segmentos residencial y comercial, en trozos de pequeño diámetro. La leña proveniente de las plantaciones artificiales es usada por todos los segmentos de la demanda y se comercia en las siguientes formas:

- a) Rolos de 25 cm. de diámetro y 1.1 a 1.2 m. de largo.
- b) Rolos de 15 cm. de diámetro y 1.8 m. de largo empleados en las fábricas de ladrillos.
- c) Rolos de hasta 10 cm. de diámetro se trozan a 80 cm. de largo.
- d) Rolos de 40 cm. de largo y hasta 20 cm. de diámetro que son usados por gasógenos.
- e) Astillas de 30 a 40 cm. de largo y un ancho de 12 a 20 cm. con un peso de alrededor de 2.5 a 3 Kg. en verde (cada una).

Esta leña puede venderse recién cortada, oreada con uno a tres meses después de la corta, y seca (30% CH base húmeda).

Precios

- 4. Dependiendo del tipo de leña que se trate y del segmento de la demanda que la utilice será el nivel de precio que el producto alcance. En general se puede afirmar que es el sector residencial de Montevideo el que enfrenta niveles más elevados de precio. Esto se explica entre otros por los siguientes factores:
 - i) Volumen de compras.
 - ii) Costos elevados de comercialización, que incluye normalmente los costos de distribución.
 - iii) Atomización de la demanda y por tanto casi ningún poder de negociación.
 - iv) Baja proporción del gasto en leña en relación a los gastos totales.

Por otro lado, este segmento de demanda es el que menos exigencia de calidad hace. No hay ni estándares rigurosos de humedad ni tamaño, ni tipo de leña. Se da la paradoja que, en ventas al por menor, generalmente, en los depósitos de leña existe un solo precio de venta, trátase de leña verde, oreada o seca, rolo o astilla, de monte natural o eucalyptus (*).

(*) Esta leña se vendía a fines de marzo de 1987 en Montevideo a 10.00 - 10.50 N\$/Kg. (Al cambio 203/US\$).

Le sigue al sector residencial, en cuanto a nivel de precios se refiere, el sector comercio, formado por restaurantes y pizzerías, que consumen, los primeros leña de monte y los segundos de eucalyptus. Las panaderías y en general, la pequeña industria pagan un precio similar al pagado por el sector comercial. En el cuadro 6 se entrega el precio promedio ponderado pagado por el sector, resultante de una encuesta realizada en 1986 y consultas hechas a barracas de Montevideo en marzo de 1987.

Cuadro 6: Precios de leña pagados por Pizzerías y Parrilladas

Tipo de Leña	Precios Corrientes (N\$/Kg.)	
	1986*	1987**
Eucalyptus	5.10	7.50 - 8.50
Monte Natural	4.72	7.50 - 8.50

Fuente:

* DNE - La leña como combustible en Uruguay.
Apéndice 1 (1985 - 1986)

**Consultas en barracas de Montevideo, marzo 1987.

En cuanto a los precios pagados por la industria, la situación es bastante errática. Depende en primer lugar del departamento en que se realiza la transacción. Las industrias localizadas en el sur son obviamente las que pagan precios más altos por su leña. Industrias de Montevideo, Canelones y Maldonado han pagado en los años 1985 y 1986 precios sensiblemente más altos que aquellas industrias ubicadas en Paysandú y Lavalleja, como aparece en los Apéndices 3.1, 3.2 y 3.3, que presentan algunos de los resultados de la encuesta que anualmente hace a las industrias consumidoras de leña la Dirección Nacional de Energía.

En el cuadro 7 se presentan los precios promedios pagados por la industria por leña puesta en planta en los últimos tres años en departamentos seleccionados. Se expresan en N\$ (nominales , en dólares nominales

y en precios reales de agosto 1986 y calculados según el Índice General de Precios del Consumo.

Cuadro 7: Precios pagados por la industria y distancia promedio de abastecimientos (Km.) para Departamentos seleccionados

En N\$/ton puesta planta - Valores nominales .
 US\$/ton (dólar promedio Agosto del año correspondiente)
 N\$/ton - Valores reales Agosto 1986

		Montevideo		Colonia		Canelones		San José		Paysandú	
		Precio	Dist.	Precio	Dist.	Precio	Dist.	Precio	Dist.	Precio	Dist.
1984	Precios nominales	969		991		1011		757		580	68
	US\$ Agosto	17.24	236	17.63	190	17.99	339	13.47	23	8.90	
	Precios reales	2901		2967		3027		2267		1497	
1985	Precios nominales	1836		1095	24	1502		1543		1427	32
	US\$ Agosto	17.11	104	10.21	24	14.00	46	14.38	40	13.30	
	Precios reales	3210		1915		2626		2698		2495	
1986		3323		2923		4240		2375		1563	49
	US\$ Agosto	20.97	210	18.44	94	26.75	254	14.98	69	9.86	
		3323		2923		4240		2375		1563	

Otro factor determinante del precio que pagan las industrias lo constituye el contenido de humedad de la leña. Según los resultados de la encuesta mencionada, la mayoría de las industrias del Sur señala comprar leña oreada. Desgraciadamente en aquéllas que compran ambos tipos, por falta de información, no es posible determinar la diferencia de precios. Comparando en el Departamento de San José las compras de dos empresas con volúmenes y distancias de abastecimiento similares, la empresa que compró leña oreada pagó un precio 53% mayor que aquella que compró leña verde. Pero esta situación no es la normal. Con la escasa información que se cuenta parecería que no hay diferencia significativa entre los precios de leña según contenido de humedad pagados por distintas empresas. El poder de negociación y la distancia y seguridad de abastecimiento parecen jugar un papel mucho más importante en la fijación del precio de transacción que factores inherentes al producto mismo. Obviamente que una misma empresa pagará precios diferenciados por ambos productos, pero la información contenida en la encuesta no permite detectarlos. Los altos precios pagados en Montevideo y Canelones en relación a San José y Paysandú sin duda son reflejo de las distancias de transporte implícitas y la mayor demanda por concentración industrial.

En cuanto al precio pagado por la leña en relación a la etapa del proceso de comercialización, la encuesta a las industrias aporta antecedentes insuficientes. En el Cuadro 8 se entrega un resumen por departamento de los precios en pie, a retirar y en fábrica, pagados por algunas industrias en 1986.

Cuadro 9: Precios de leña para distintas etapas del proceso de comercialización (1986).

Ubicación Industria	Precio			Distancia Km.
	En Pie	A retirar	En fábrica	
Canelones	693	2199	--	140
Colonia	1000	2000	3000	60
Paysandú	--	950	1700	40
Soriano	450	--	1307	48-70

Fuente: Dirección Nacional de Energía - Encuesta a industriales sobre consumo de leña.

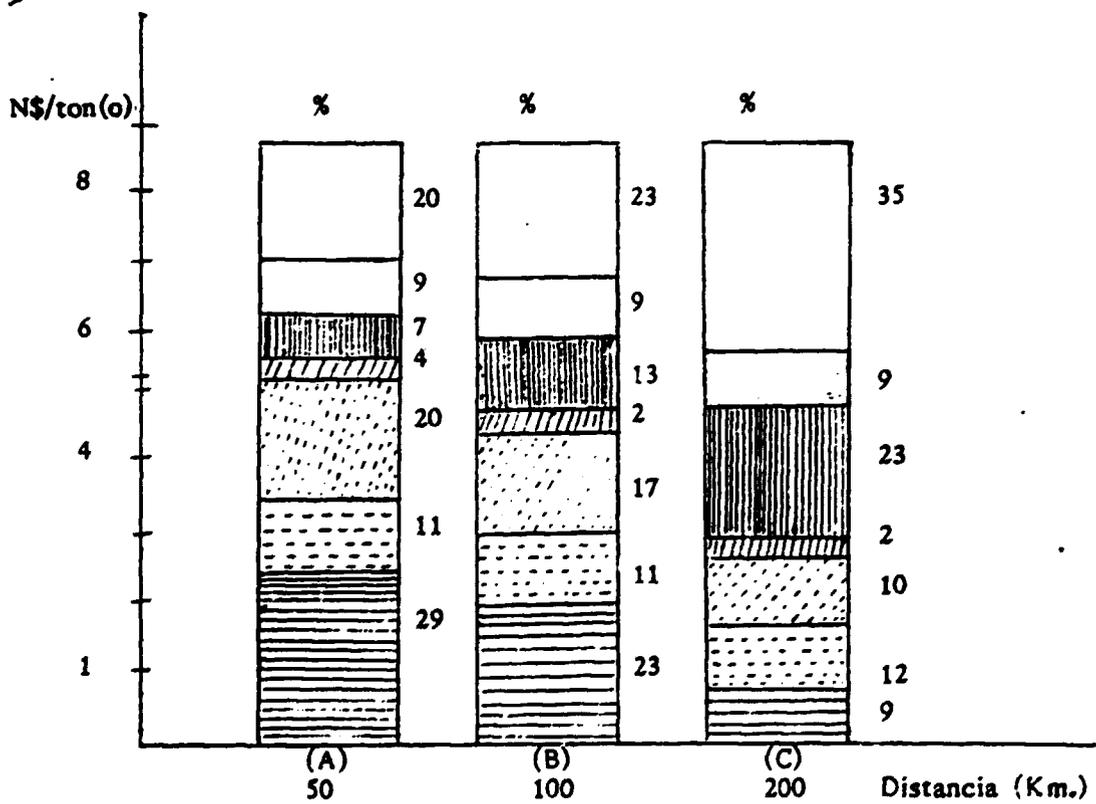
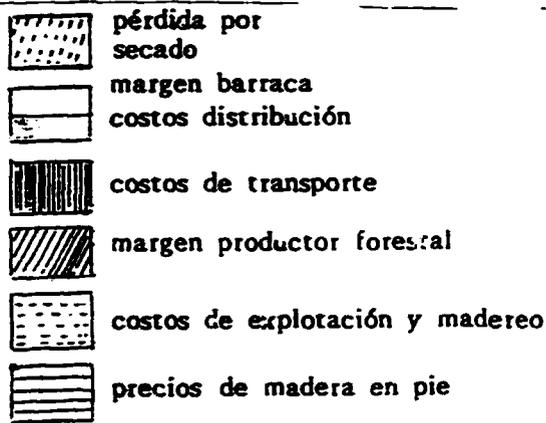
5. Resulta muy difícil dar un cuadro general respecto de la relación que existe entre el precio pagado por el usuario final y el recibido por el productor forestal y/o propietario del bosque. Como ya se mencionara, múltiples son los factores que participan en la fijación del precio de transacción y entre ellos probablemente los decisivos son el poder de negociación y los costos de transporte. Con el único fin de ejemplificar los elementos que integran el precio de la leña, se presenta en el cuadro 9 tres casos resultantes de entrevistas realizadas en marzo de 1987 y cuyas bases de cálculo se muestran en el Anexo 3.4. Se presentan los casos tanto para consumo residencial como industrial.

La situación refelejada en (A) corresponde a un caso real. El bosque se encuentra a 50 Km. de Montevideo y el propietario, a través de un administrador técnico, ha abordado la explotación y saca de la leña, que vende a levantar a 5600 N\$/ton (o) a intermediarios y barracas para el consumo residencial. Probablemente esta sea la situación más favorable que un productor puede enfrentar: cercanía al mayor centro consumidor y gestión directa en la cosecha final. El margen de 7% sobre el costo acumulado hasta poner la astilla a orilla del camino puede llamar a cierta confusión. Este margen en este caso es imposible de determinar con exactitud, ya que hay un margen implícito en el precio supuesto de la madera en pie. Como se verá en el capítulo siguiente, el costo de producción del m³ en pie está muy por debajo de los 2500 N\$ supuestos por el propietario en este caso particular. En la situación más pesimista deberá fluctuar entre 1000-1500 N\$/m³ en bosques establecidos con propósitos energéticos. Estas mismas consideraciones son válidas para el caso (B), que corresponde a un bosque ubicado a 100 Km. de Montevideo.

Es importante destacar, que a medida que el bosque está más alejado de los centros de consumo el poder negociador del propietario se va haciendo cada vez menor en tanto que los costos de transporte entran a jugar un papel creciente de importancia y los márgenes del intermediario o barraca aumentan. Este último componente, que en el caso (C) aparece como el 35% del precio de venta es muy errático. Va a depender fundamentalmente

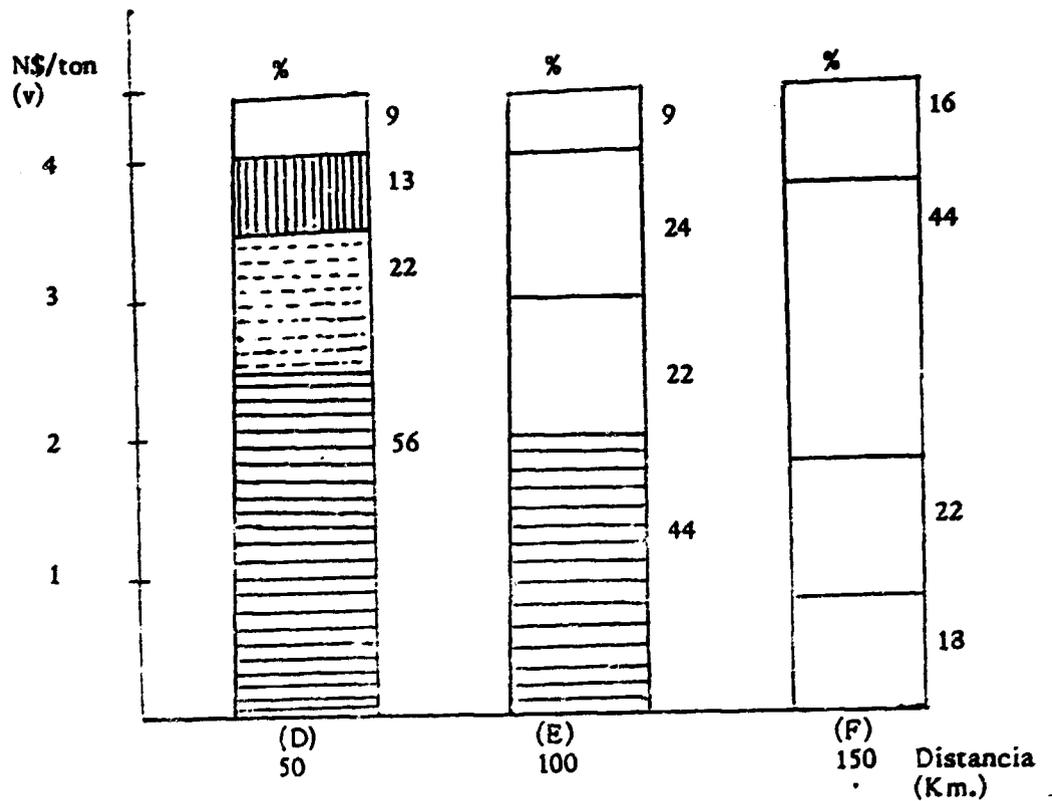
de cuan bajo sea el precio que pague por la madera en pie, cuando es el minorista el que se encarga de todo el proceso. Una sobreestimación del volumen en pie puede echar por tierra toda posibilidad de ganancia. Por desgracia, para el productor, uno de los pocos valores con el que el minorista puede jugar es con el precio de la madera en pie. El costo de explotación, el costo de transporte y el costo de distribución son componentes sujetos a variaciones menores. Un elemento que el minorista utiliza muy bien es el aquí llamado "pérdida por peso". Como se expresara anteriormente, el consumidor residencial tiene pocas posibilidades de obtener un producto estandarizado. El "negocio" del minorista está entonces en los dos extremos de la cadena de comercialización : en la forma como maneje la negociación de compra de la madera en pie y el contenido de humedad, muchas veces estará el éxito financiero de la operación.

**Cuadro 9a: Composición del Precio de Astilla pagado por Consumidor Residencial
Montevideo Marzo-1987**



Las situaciones D, E, y F que se presentan en el cuadro 9b, corresponden a casos simulados de industrias que se abastecen de bosques ubicados a 50, 100 y 150 Km. de distancia. Se ha supuesto un precio en verde puesto en la industria de N\$ 4,500 por tonelada. Bajo los mismos supuestos empleados para el caso de consumo residencial, se puede apreciar que los márgenes de ganancia de los intermediarios no son excesivos. Sin embargo, esta situación se produce por el hecho de haber considerado precios de madera en pie resultantes de negociaciones justas: el propietario se supone que sabe el valor del producto y no se encuentra obligado a vender. Se sabe que esta no es la situación normal que predomina en las transacciones de bosques en el país.

Cuadro 9b: Composición del Precio de Rolo Verde pagado por Industria
Montevideo marzo-1987



CAPITULO 4: Estimación de los Costos de Producción de Leña

Introducción

1. En los últimos años, la leña se ha transformado en un elemento de importancia en la satisfacción del consumo final de energía del sector industrial y residencial. De una participación de sólo 5.3% del consumo en 1975, ha llegado en 1985 a representar el 22.2%.
2. Los bosques que permitieron esta participación creciente de la leña en el abastecimiento de la demanda energética, y de donde proviene un importante porcentaje de la actual oferta de leña, fueron establecidos en su gran mayoría con el objetivo de dar abrigo y protección al ganado y/o cultivos. Esta característica importa, pues su localización dentro del establecimiento y en la región, se definió según un criterio agrícola, al igual que la elección de la especie. Como consecuencia, en su actual uso energético presentan costos de explotación superiores a aquellos de plantaciones forestales energéticas, no brindando además rendimientos volumétricos satisfactorios en los sucesivos ciclos de corta pues son especies de crecimiento lento, y muchas cepas se han perdido por efecto del ganado, de la vejez y/o del mal sistema de corta. El aumento de los costos de explotación hace que los montes más alejados de los centros consumidores no sean atractivos para su explotación y se vaya manifestando un déficit de leña en las zonas consumidoras.
3. Además, los precios a los cuales se transaron los montes en pie que tenían esas características, se encontraban muy por debajo de los costos capitalizados de plantación y mantenimiento, ya que las rotaciones eran relativamente largas. El propietario, al no tener como objetivo la rentabilidad del bosque como tal y no llevar registros de los costos, aceptó venderlos por una crítica situación del sector ganadero, pero esos precios no lo incentivaron a reforestar o aumentar el área forestada, e incluso lo alejaron de la actividad forestal. Con el tiempo mejoraron los ingresos del sector ganadero

y aunque aún se realizan transacciones en el mismo contexto, éstas son cada vez menos frecuentes. Además, el ganadero no tiene tradición forestal y por tanto, no valora su madera, factor que ha sido aprovechado por el intermediario.

Como resultado de la situación descrita se pueden mencionar entre otros, los siguientes hechos:

Se han explotado los bosques más accesibles y de mayor tamaño, y comienza a existir menor oferta en áreas más o menos importantes de bosques ubicados a corta distancia de los centros de consumo. Esto ha llevado a un encarecimiento de la madera en pie, un aumento de los costos de explotación, debido a los costos de extracción, así como menor interés de los propietarios por vender a los precios que los intermediarios ofrecen.

4. En este capítulo se pretende estimar los diferentes componentes del costo de producción de leña partiendo del supuesto que se establecen plantaciones de Eucalyptus sp. con el propósito de producir leña, se transporta el producto a los centros de consumo y se distribuye por último al usuario final, industria, comercio o residencia particular.

Bases de Cálculo

5. La mayor proporción del consumo de leña industrial se puede localizar en dos ejes: uno de ellos en el litoral del río Uruguay, abarcando los departamentos de Paysandú, Salto, Río Negro y Soriano, y el otro eje en el sur del país, integrado por los departamentos de Colonia, Canelones, Montevideo y Lavalleja. No excluye esto la existencia de otros centros consumidores, como aquellos de la zona noreste, donde las tabacaleras, secadores de granos e industrias lecheras se manifiestan como consumidoras de leña, pero sin gran influencia extradepartamental.

Con el fin de abastecer ambos ejes se supone la existencia de tres áreas en las cuales existe suelo potencialmente usable para la producción forestal

y para las cuales deben realizarse los estudios de factibilidad que determinen los beneficios de destinarlas a tal fin. Corresponden estos suelos a las áreas declaradas de prioridad forestal que se encuentran a menos de 300 Km. de los ejes consumidores, incluyendo también los suelos serranos de Lavalleja-Maldonado.

6. Esta macrolocalización de las futuras plantaciones no tiene otro objeto que hacer una diferenciación en cuanto a rendimientos físicos en el momento de la cosecha final y distancia a los mercados, con su influencia en los costos de transporte principalmente.
7. Para la estimación de los costos de plantación se ha supuesto una situación básica, en la que se han considerado las prácticas normalmente desarrolladas en el país en cuanto a preparación del suelo, control de plagas, plantación y cuidados silvícolas. Una descripción sucinta de tales prácticas se presenta en el Anexo 4.1.
8. Los precios de los insumos empleados en el cálculo corresponden a marzo de 1987 y fueron transformados a dólares usando la tasa de cambio de N\$ 203 por dólar. Una lista de los precios de los principales insumos empleados se presenta en el Anexo 4.2.
9. La productividad de la mano de obra en cada una de las actividades, así como de la maquinaria empleada, fue obtenida de proyectos de forestación, consultas con forestadores y de datos proporcionados por la Dirección Forestal, así como por la Dirección Nacional de Energía. Cabe destacar la coincidencia de datos entre las diferentes fuentes. En el Anexo 4.3 se entregan los antecedentes del cálculo del costo horario de maquinaria y equipo empleado. En el Anexo 4.4 se entregan los antecedentes empleados en el cálculo de costo de cercado.

Costos de Plantación de Eucalyptus. Situación Base

10. En el cuadro siguiente se entregan las cifras de productividad empleadas en el cálculo para cada una de las actividades realizadas durante la vida del rodal y la oportunidad en que estas actividades se desarrollan.

Cuadro 10: Requerimientos físicos de maquinaria, mano de obra y materiales para 1 hectárea de Eucalyptus

Actividad	Año en que se realiza	Maquinaria		Mano de obra	Materiales	
		Tipo	Horas/ha.	Horas/ha.	Tipo	Cantidad/ha.
Control de hormigas	0	---	---	10	Aldin	1.5 Kg.
Arada	0	Tractor	2.5	---	---	---
Disqueada	0	Tractor	1.5	---	---	---
		Rastra	1.5	---	---	---
Construcción cammino y cortafuego	0	Tractor	0.4			
		Arado	0.25			
		Rastra	0.15			
Cercado	0	---	---	8	Cerro	30 m.
Maración	0	---	---	5	---	---
Distribución plantas	0	Tractor	0.5	1	---	---
		Carro	0.5			
Plantación	0			32	Plantas Varios	2500 pl.
Control * Malezas	1	Tractor Rotativa		16	---	---
Replante	0	Tractor	0.1	5	Plantas	250 pl.
		Carro	0.1			
Mantención caminos y corta fuegos	1 a R	Tractor	0.05			
		Rastra	0.05			
Vigilancia	0 a R	---	---	9	---	---

* No se ha incluido en la Situación base.

11. De acuerdo con los requerimientos físicos presentados en el cuadro anterior, los precios de los insumos que aparecen en el Anexo 4.2 y los costos horarios de las diferentes maquinarias empleadas que se entregan en el Anexo 4.3, es posible estimar el flujo de costos hasta la rotación R, que dependerá del sitio de que se trate.

Cuadro 11: Costos de Plantación y manejo. Situación Base
 N\$/ha. 1 US\$=203 N\$ Densidad inicial: 2,500 pl/ha.
 AÑO

ACTIVIDAD	0	1	2 a R
Control de hormigas	1669	799	
Arada	5002		
Disqueada	2985		
Construcción caminos y cortafuego	799		
Cercado	5440		
Marcación	588		
Distribución Piantas	1103		
Plantación	23760		
Replante	2785		
Mantenimiento caminos y cortafuegos		99	99
Vigilancia		1058	1058
TOTAL	44131	1956	1152

El valor actualizado del flujo de costos a una tasa de descuento del 12%, se presenta para los diferentes zonas, en el Cuadro 12.

Cuadro 12: Costos y Rendimientos actualizados. Situación Base
Tasa de descuento: 12% anual.

ZONA	ROTACION (años)	Valor presente flujo de cortos ROTACION I II y III N\$/ha.		Valor presente costo de oportu- nidad de la tierra I II y III N\$/ha.		Rendimiento Esperado IMA ROTACION m³/ha/año I II III m³/ha.			Valor Presente de rendimientos físicos m³/ha.	
		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	6	50614	14089	14801	44016	30	180	180	180	161
B	8	51600	19895	17884	62162	25	200	200	200	127
C	10	52386	26726	20341	85516	20	200	200	200	92

Notas al Cuadro:

(3) $1152 \left[\frac{1.12^{2R} - 1}{0.12 \times 1.12^{2R}} \right]$

(4) Valor del suelo: 60000 N\$/ha.; Renta Anual: 3600 N\$/ha.; $3600 \left[\frac{1.12^R - 1}{0.12 \times 1.12^R} \right]$; 1 rotación; sin valor residual.

(5) idem (4); 3 rotaciones; $3600 \left[\frac{1.12^{3R} - 1}{0.12 \times 1.12^{3R}} \right]$; sin valor residual

(10) $\sum \frac{\text{Rend}_i}{1.12^i}$ para i=R, 2R, 3R

IMA = incremento medio anual

12. En el Cuadro 13 se presentan los precios de indiferencia para diferentes situaciones. Estos precios son los mínimos a los que se debiera vender el m³ en pie para recuperar los costos, suponiendo un costo de oportunidad del capital invertido del 12% anual y una renta del suelo del 6%. La situación más favorable, considerando el costo de oportunidad de la tierra, corresponde a la zona que muestra rotaciones más cortas, donde habría que vender el m³ de madera en pie a un valor cercano a los N\$ 700. La situación más desfavorable corresponde a sitios con rotaciones de diez años donde, para un horizonte de planificación de 30 años, se requeriría de un precio cercano a los N\$ 2,000 por m³ para sólo recuperar los costos.

Cuadro 13: Precios Mínicos requeridos para recuperar costos
Situación Base
Tasa de Descuento: 12% Anual

ZONA	Precios de equilibrio Incluido costo oportunidad suelo		Precio de equilibrio costo de oportunidad suelo = 0	
	1 Rotación	3 Rotaciones	1 Rotación	3 Rotaciones
	N\$/m ³ en pie			
A	718.85	767.20	556.20	314.37
B	857.83	1193.24	637.04	406.30
C	1129.30	2010.53	813.45	569.41

Costo de Explotación de Eucalyptus sp. Situación Base

13. Se ha supuesto que la cosecha la realiza una cuadrilla formada por un motosierrista y tres operarios. El rendimiento de esta cuadrilla es muy variable, dependiendo del tipo de bosque que se trate, así como del producto que se desee sacar. Se supondrá que se produce tanto rolos delgados, los que se trozan a 40 cm. de largo y astillas de unos 3 Kg. de peso y se apilan en el lugar de apeo.

Esta cuadrilla produce unas 12 ton/día.

Cuadro 14: Costo de volteo, trozado y apilado. Situación Base

	#	N\$/día	\$/ton
Remuneraciones operarios	3	2820	235
Costo motosierra (*)	5 horas	1720.40	143.37
Otros (40% remuneración)		1128	94
TOTAL		5668.40	472.37

Costo de Madereo

14. No siempre es posible cargar directamente en el monte, por lo que se ha calculado el costo de saca en base a los siguientes supuestos:

- i) La extracción se realiza con carreta tirada con bueyes con un rendimiento de 10 ton/día.
- ii) La distancia desde el lugar de corte a orilla de camino es de no más de 100 metros.
- iii) Se considera el arriendo de bueyes y carreta y la participación de 2 operarios encargados del carguío y apilado de la leña.

(*) Incluye salario operador. Ver Anexo 4.5 para detalles del cálculo.

En el Cuadro 15 se dan los costos estimados de acuerdo a estos supuestos.

Cuadro 15: Costo de Saca N\$/ton.

Item	N\$/día	N\$/ton.
Arriendo bueyes y carreta	1000	100
Operarios (1)	940	94
Varios (10%)	194	19.40
TOTAL	2134	213.40

Costo de Cargufo

15. Se estima en 94 N\$/ton., suponiendo que cuatro operarios cargan dos camiones de 20 toneladas en una jornada.

En consecuencia, el costo estimado de explotación de una tonelada verde, puesta a orilla del camino asciende a N\$ 685.77, tal como se presenta en el Cuadro 16.

Cuadro 16: Resumen de Costos de Explotación. Situación Base

	N\$/m ³ (v)
Costo de Explotación	472.37
Costo de Madero	213.40
TOTAL	685.77

Costo de Transporte de Leña

17. El elemento que tiene mayor incidencia en la formación del precio de la leña es el costo de transporte. Para efectos del cálculo se supone:
- i) Sólo se utiliza camión como medio de transporte.
 - ii) Los camiones a ser utilizados son de 20 ton., por ser los más comúnmente empleados en la actualidad.
 - iii) El período de amortización es de 10 años.
 - iv) Los camiones no tienen flete de retorno.
 - v) La descarga se efectúa en forma manual, estimándose un costo de 47 N\$/ton, suponiendo que tres operarios descargan tres camiones por día.

El costo de transporte de leña se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por tonelada} = \frac{\text{costo fijo} \times 2K}{20 \times N} + \frac{\text{Cvar} \times 2K}{20} + \text{CD}$$

donde: N = Recorrido anual del camión en Km.
 K = Distancia de transporte (sin flete de retorno)
 CD = Costo de Descarga
 Cvar = Costos Variables.

En el Cuadro 17 se presentan los costos de transporte por tonelada de leña para diferentes distancias. Los antecedentes para el cálculo del costo de transporte aparecen en el Anexo 4.6.

Cuadro 17. Costo de transporte de leña incluida descarga (N\$/ton) para distancias variables.

Distancia (Km)	Recorrido anual (Km)	Costo de - transporte N\$/ton	Costo de - transporte N\$/ton/Km
50	35000	672.51	13.45
100	40000	1231.80	12.32
150	42000	1790.97	11.94
200	45000	2313.22	11.57
250	48000	2815.17	11.26
300	51000	3300.39	11.00

Costo de Comercialización de la Leña

18. El costo de comercialización de la leña va a depender si se trata de vender al por mayor o al por menor. En el caso de ventas al por mayor, las empresas comercializadoras encuestadas manifestaron que el costo de comercialización, descontando el costo de transporte, es insignificante, ya que normalmente se envía el camión directamente desde el lugar de producción al patio de la industria.
19. En el caso de las ventas al por menor, se ha considerado un comerciante establecido y cuya única actividad la constituye el comercio de la leña.

El volumen de ventas supuesto es de 400/ton/mes. El personal que trabaja en la barraca lo constituye el dueño, un encargado y cuatro operarios. Para el reparto domiciliario se ha supuesto un camión pequeño de 3.500 Kg., cuya estimación de costo aparece en el Anexo 4.7.

Finalmente se ha supuesto un stock medio de 200 ton.

En el Cuadro siguiente se detallan los costos de venta al por menor.

Cuadro 18: Costo de Comercialización venta al por menor

ITEM	N\$/mes
1. Personal	
1 encargado	50.000
4 operarios	94.000
2. Arriendo Local	60.000
3. Gastos Generales	10.000
4. Costo mantener stock	8.000
SUB TOTAL	222.000
Costo por tonelada	N\$ 555.00
5. Costo de reparto a domicilio (*)	257.02
COSTO TOTAL \$/TON.	812.02

(*) Ver Anexo 4.7.

Cuadro 19: Costo total de leña oreada puesta en domicilio Montevideo, para diferentes orígenes

COSTO DE:	ORIGEN (Km.)				
	50	100	150	200	250
	N\$/ton (o)				
Madera en pie	1287	1287	1287	1287	1287
Explotación	709	709	709	709	709
Madereo	320	320	320	320	320
Cargufo	94	94	94	94	94
Transporte	673	1232	1791	2313	3300
SUB TOTAL	3083	3642	4201	4723	5710
Distribución	555	555	555	555	555
Reparto	257	257	257	257	257
TOTAL	3895	4454	5013	5535	6522

CAPITULO 5: Análisis de Resultados

El presente Capítulo intenta analizar, a la luz de los resultados entregados, la potencialidad del recurso forestal para continuar haciendo un aporte relevante a la disminución de la dependencia por combustibles importados.

En el Capítulo 2 se determinó que, a nivel nacional el equilibrio entre oferta y demanda de leña era bastante inestable. Por un lado, si se considera el consumo actual de leña proveniente de plantaciones artificiales, existe un déficit en relación al potencial productivo aprovechable de las plantaciones de eucalyptus del orden de 20,000 hectáreas. Si por otro lado, se supone la sustitución de la leña de monte natural que consume el sector comercio y residencial de Montevideo, este déficit se incrementa a unas 24,000 hectáreas.

En el corto y mediano plazo, este déficit puede incrementarse, de continuar produciéndose una sustitución del fuel-oil por leña. Esta posibilidad se analiza a continuación, mediante algunos ejemplos.

Grado de Sustitución entre fuel-oil y leña

1. El grado de sustitución de un combustible por otro depende en general del poder energético que tenga cada uno de ellos, la eficiencia de la combustión, la relación de precios, las diferenciales de inversión y costos de operación que existan entre ambos combustibles.

El poder calorífico del fuel-oil se estima en 9715 Kcal/Kg., en tanto que el de la leña se supone igual a 2700 Kcal/Kg. a 30% de humedad.

La eficiencia de la combustión en calderas a petróleo puede estimarse en un 85% y en calderas a leña alrededor del 80% por lo que la equivalencia térmica podría considerarse de 3.82:1. En los cálculos se supondrá una relación de 4.2:1, en consideración a que la industria normalmente utiliza leña con un contenido de humedad por sobre el 30% (base húmeda).

En relación a los montos de inversión requeridos es muy difícil estimarlos en términos generales, por la diversidad de tecnologías disponibles y condiciones particulares de cada empresa. Para efectos de dar una visión del grado de sustitución, se va a suponer tres tipos de calderas a leña de distinta capacidad. En el Cuadro siguiente se indican los supuestos considerados en cuanto a monto de inversión y diferenciales de costos de operación. Los gastos adicionales que le significaría al empresario la operación de la caldera a leña se han calculado en base a los siguientes componentes:

- i) Gasto financiero de mantener un stock de leña, durante 4 meses, plazo propuesto para fines de cálculo ilustrativo.
 - ii) La pérdida en peso por mantener el stock durante 4 meses se considera ya incluida al usar la equivalencia térmica de 4.2:1.
 - iii) Gasto adicional por manejo de la leña en el patio de la planta que en el caso de la caldera de 10 ton vapor/hora, se ha supuesto un equivalente a 6 operarios/turno y en los de 5 y 2 ton vapor/hora, en 3 operarios.
2. El criterio que se empleará para analizar la decisión de invertir o no en una caldera a leña consiste en comparar los mayores costos que la decisión involucra con el ahorro que se logra por menor gasto en combustible.

La decisión del empresario estará fuertemente influida, además de los factores mencionados, por el período en que se desee recuperar el capital invertido, la tasa de descuento elegida, las expectativas de precios de ambos combustibles, y muy especialmente por el grado de uso a que se someta la caldera. (Véase para detalles del Cálculo el Anexo 5.1).

En el Cuadro 20 se presentan los precios máximos que sería posible pagar por tonelada (oreada) de leña puesta en planta de forma que al empresario le fuera indiferente la conversión. Si el precio esperado de la leña está por debajo del precio de equilibrio calculado, el empresario decidirá hacer la conversión.

Cuadro 20: Precio Máximo a Pagar por Tonelada de Leña Oreada para Justificar Inversión

Capacidad Ton Vapor/h	Inversión 000 N\$	Años para re- cuperar Inversión	Precio de Equilibrio N\$/ton (o)					
			1 turno		2 turnos		3 turnos	
			8%	12%	8%	12%	8%	12%
2	10150	1	-	-	1697	1675	3455	3410
		2	1502	1193	4236	4037	5147	4985
		3	3162	2832	5066	4856	5700	5531
5	24157	1	-	-	3623	3418	5072	4901
		2	3462	3179	5716	5595	6467	6387
		3	4831	4530	6400	6279	6923	6755
10	45269	1	2651	2420	5351	5262	6251	6105
		2	5251	5036	6651	6492	7117	6977
		3	6101	5875	7076	6911	7401	7256

Si se comparan estos precios de indiferencia, con los costos de leña calculados en el Capítulo 4, y a los que se les agrega un margen de beneficio y riesgo del 40%, se puede deducir:

1. Para empresas de bajo consumo de vapor (2 T/h), y con una preferencia en el tiempo alta, la conversión a caldera a leña no sería financieramente factible. Aún trabajando a plena capacidad (3 turnos), si se desea recuperar la inversión en un año y con una tasa de descuento del 12%, el precio de entrega de la leña, aún proveniente de las cercanías (50 Km.) es sólo inferior en un 11% al precio de indiferencia calculado. Para este tipo de empresas la conversión resultará conveniente financieramente, si se acepta recuperar la inversión en un mínimo de dos años y se trabaja a lo menos a dos turnos de producción.

Aún para leña proveniente de 200 Km., el precio de entrega es sensiblemente inferior al precio máximo que se estaría dispuesto a pagar el industrial bajo los supuestos considerados.

2. Para empresas que utilizan calderas de 5 toneladas de vapor por hora, la posibilidad de efectuar la conversión es financieramente recomendable aún con cortísimos períodos de recuperación del capital, tasas del 12% de interés y trabajando a sólo un turno. Obviamente, que en las situaciones más exigentes se requiere abastecerse de leña a distancias no superiores a 50 Km. de la planta.
3. Para empresas que utilizan calderas de 10 toneladas de vapor por hora, la situación es aún más favorable. El radio máximo de abastecimiento para las condiciones menos exigentes en cuanto a plazo de recuperación del capital, grado de utilización de la caldera y tasa de interés, supera los 200 Km. Aún en condiciones de máxima exigencia en cuanto a los factores mencionados, sería factible financieramente la conversión con distancias de abastecimiento de 50 a 100 Km.

La conveniencia de la conversión a leña, es probablemente mayor en el caso del consumidor residencial que utiliza calderas a gas-oil o incluso a fuel-oil. En Montevideo, hay una gran cantidad de consumidores residenciales que por razones de costo transformarán sus calderas, de manera de utilizar leña. Esta conversión es de muy bajo costo y por lo tanto, a corto plazo la demanda por leña se verá incrementada fuertemente por este sector con la consiguiente presión sobre los precios.

La Factibilidad Técnico-Financiera de la Forestación

Tal como está previsto en el proyecto de asistencia preparatoria, inmediatamente de finalizada esta Consultoría se realizará un estudio de factibilidad técnico-económico sobre el establecimiento de bosques energéticos.

Desde el punto de vista de costos de producción de madera en pie Uruguay está en condiciones muy favorables, aún si se le compara con países de reconocida tradición forestal. Los costos de establecimiento son relativamente bajos, las posibilidades de obtener altos rendimientos son ciertas, por lo que el precio de la madera en pie es muy favorable. En el Cuadro 21, se presenta sólo con fines de referencia una comparación de estos elementos en diferentes países, aún cuando no se refiere al mismo uso de las plantaciones y por tanto, las rotaciones implícitas en los otros países son mucho más largas.

Cuadro 21: Países Seleccionados: Costos Estimados de Madera en Pie

País	Costo de Establecimiento de la Plantación US\$/ha.	IMA m ³ /ha./año	Valor de la Madera en pie US\$/m ³
Uruguay	254	25	3.14
Chile	210	25	3.90
Brasil	350	25	6.50
Zambia	450	15	14.00
Nueva Zelandia	600	20	14.00

En estas condiciones de costo, y tomando precios de mercado razonables para la madera en pie a ser utilizada como leña, las tasa internas de retorno desde el punto de vista del empresario resultan muy atractivas (Ver Anexo 5.1).

Desde el punto de vista de factibilidad técnica, ya se expresó en el Capítulo 2 que el país ha logrado una amplia experiencia en la selección y adaptación de especies forestales, en la producción de plantas y en el establecimiento, por lo que no se vislumbra un problema en este sentido. Por otro lado, en estudios de calificación de terrenos de aptitud preferentemente forestal, se estima que dichos suelos ocupan un total de 1'926,973 hectáreas. En esta superficie fueron consideradas las zonas improductivas para otro tipo de explotación (por ejemplo, áreas arenosas costeras), que no ofrecen posibilidades económicas de explotación agrícola o ganadera, y los terrenos arenosos de baja productividad, donde además existe riesgo de pérdidas de cubierta vegetal .

No es aventurado entonces pensar que en un radio de 200 Km. alrededor del principal centro de consumo de leña es posible ubicar terrenos aptos para la producción forestal a costos razonables.

Probablemente el factor más restrictivo para implementar un programa de conversión energética autosuficiente, sea el de crear condiciones favorables para la inversión en forestación por parte de los empresarios que usan calderas, y los inversionistas interesados en la actividad.

Estas condiciones favorables deben comprender los elementos que permitan hacer atractiva la forestación frente a:

- i) Las alternativas de inversión financiera que se conoce y le resulta fácil manejar.
- ii) La resistencia del empresario de lanzarse a actividades de mediano y

largo plazo, por la falta de políticas definidas de desarrollo que orienten las inversiones y los objetivos de producción nacional.

- iii) La dificultad de desarrollar la actividad dentro del sector agropecuario dominante, con quien compite por el uso del recurso tierra.

BIBLIOGRAFIA

- Bonilla, J.A. (1965)** Crecimiento de Pinos, Eucalyptus y Salicaceas en Uruguay.
Octava contribución dasométrica. Universidad de la República (Uruguay).
Fac. de Agronomía. Boletín del Departamento Forestal # 14. P. 1-9.
- Brito B., A. (1980)** Contribución de la forestación al problema energético.
In: 2a jornadas Técnicas Forestales - Asociación de Ingenieros Agrónomos p.87-96. Montevideo.
- Brussa S., C.A. (1979)** Estudio sistemático de especies importantes de Eucalyptus, su dispersión natural y comportamiento en nuestro medio. Tesis Ing. Agr.
Rodríguez M., V.F. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Carrere, R. (1986)** Autoabastecimiento de leña para industrias.
Errea, E. (Informe restringido) Agosto 1986.
Figari, A.
Steiner, C.
- Dirección General de Estadística y Censos (1986)** Encuesta de Consumo Industrial (no publicada) Recuentos Preliminares. VI Censo General de Población y IV de Viviendas 1985.
- Dirección Nacional de Energía (1985)** URUGUAY: Relevamiento del Potencial Bioenergético. Ministerio de Industria y Energía. Montevideo.

Dirección Nacional
de Energía

Balance Energético Nacional.
Serie Histórica 1965-1980.
Balance Energético Nacional
1981-1982-1983-1984-1985.

Dirección Nacional de
Energía. (1985)

La leña como combustible en Uruguay. Dirección
Nacional de Energía. Montevideo, Uruguay.

Facultad de Agronomía.
Universidad de la
República (1979)

Situación Actual de la Forestación en el Uruguay.
Segundas Jornadas Forestales 1-2 Diciembre 1979.
Estación Experimental de Cerro Largo - Bañados
de Medina.

Heijo, J.L. (1980)
Gamundi, G.

Insumos energéticos derivados de biomásas de Eu-
calyptus.

In: Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica
Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay
10-12 Setiembre 1980 p. 55-85.

Intendencia Municipal
de Montevideo (1984)

Curso de conocimiento y reconocimiento de flora
indígena. Instituto de Estudios Municipales.
Departamento Planeamiento Urbano y Cultural.
Servicios de Paseos Públicos. Museo y Jardín Botá-
nico.
22-27/X/1984.

Japan International
Cooperation Agency
(1981)

The study report on the Pulp and Paper Industry.
Development Program of the Oriental Republic
of Uruguay. Febr. 1981.

Japan International
Cooperation Agency
(1985)

The feasibility study report on the establishment
of a paper pulp plant in the Oriental Republic of
Uruguay.
Tokyo, Japan

- Kalas, Peter (1982) Recursos Energéticos Nuevos y Renovables. URUGUAY. Informe Terminal. ONUDI, Viena (Borrador final).
- Laffitte, J.C. (1975) Gamundi, G. García de León. Y. Fernández, G. Plan de explotación de un monte de Eucalyptus Globulus y Evaluación Dasométrica y Económica de un monte de Eucalyptus ereticornis. Tesis Ing. Agr. Facultad Agronomía - Universidad de la República. Uruguay.
- Leguisamo S., R. (1982) Rodríguez C., D. Estudio sobre el mercado nacional de la madera como fuente de energía. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Notaro, Jorge (1983) Pallozi, Stefano Determinación del incremento medio anual en Diámetro y altura de Eucalyptus grandis (Hill). Maiden en función de variables del suelo. Tesis Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Pou, R., Cayssials, R., Sorrentino, A., Martínez, F. (1984) Evaluación de crecimiento de una plantación de Eucalyptus grandis en la localidad de Blanquillo. In: 7a. Reunión Técnica, Fac. de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay p. 139.
- Proyecto MIE/PNUD/ONUDI 1987 Assessment of Forest Resources in Uruguay Draft-Final Report UNIDO Project DP/URU/013
- Rodríguez Y., A.(s/f) Evaluación del crecimiento de Eucalyptus grandis en suelos de la Unidad Rincón Departamento Forestal de UTE. Montevideo.

Rodríguez Y., A. (1984)

Evaluación de crecimiento de *Eucalyptus grandis* en suelos de la Unidad Tres Cerros.

In: 7a. Reunión Técnica, Fac. de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

p. 138.

Sganga, J.C. (1980)

La aptitud forestal de los suelos del Uruguay.

Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes. Montevideo.

ANEXO 1.1

Programa de Visitas

	<u>Institución/Entidad</u>
Sr. Gerardo Almeida	Ing. D.N.E.
Srta. Rosario Pou F.	Ing. D.N.E.
Sr. Sigmund Antmann	Ing. D.N.E.
Sr. Rodolfo Buitelaar	Ing. PNUD
Sr. Alberto Sojit	Ing. PNUD
Sr. Atilio Ligróni	Ing. Dirección Forestal
Sr. Daniel San Román	Ing. Dirección Forestal
Sr. Fernando Durán	Ing. U.T.E.
Sr. Juan Cohn	Ing. U.T.E.
Sr. Gustavo Gamundi	Ing. D.N.E.
Srta. Martha Tamosiunas	Ing. Fac. Agronomía
Srta. Arianna Sorrentino	Ing. Fac. Agronomía
Sr. Carlos Faroppa	Ing. Contratista
Sr. Luis Petrini	Ing. Contratista
Sr. Alberto Voulminot	Ing. Industrial Maderero
Sra. Ana Brito	Ing. Dirección Forestal
Srta. Alicia Nieto	Ing. Instituto Nacional de Colonización
Sr. Ariel Selva	Barraca
Sr. Walter Barreto	Ing. Julio Berkes y Cia.
Sra. Stella Bertullo	Ing. Instituto Nacional de Colonización
Sr. Kurt Bauer	Ing. CIR, Turboflow
Sr. Carlos Fradl	Ing. Barraca, Explotación, Plantación
Sr. Andrés Figari	Contratista
Sr. Ricardo Carrere	Contratista
Sr. José Krall	Ing. Forestal, Asesor Técnico de Ignsa
Sr. Oscar Schmidt	Ing. D.N.E.
Sr. Alberto Devincenzi	Ing. D.N.E.
Sr. Marcelo Methol	Ing. D.N.E.
Sra. Cristina Mattos	D.N.E.
Sr. Carlos Blasi	Ing. Unidad Asesora de Promoción Industrial

ANEXOS

ANEXO 2.1

Composición de las ventas de caldera (%).

Calderas para:	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Ampliación							
Industrias	39	31	41	30	20	5	---
Industria Nueva							
(fuel-oil)	39	44	35	15	5	18	20
Sustitución							
(fuel-oil)	13	18	4	7	5	5	---
Conversión a leña	4	7	10	23	18	22	40
Nueva a leña	---	---	10	25	52	50	40

Fuente: Turboflow (1987)

ANEXC 3.1

Precio de leña puesta en planta pagado por la industria por departamento.
1984 N\$/ton (o)

Departamento	Precio Promedio	Distancia promedio	Precio mínimo	Precio máximo	# de Industrias
Montevideo	963.55	236	400	1900	10
Colonia	991.41	190	989	1100	2
Canelones	1011.00	339	620	2400	3
Maldonado	2120	120	2120	2120	1
Paysandú	500.22	68	450	1400	8
San José	756.51	23	500	920	3

Fuente: Dirección Nacional de Energía - Encuestas Industriales de Consumo de Leña - 1984.

ANEXO 3.2

**Precios de leña puesto en planta pagados por la industria por departamento.
1985 N\$/ton (o)**

Departamento	Precio promedio	Distancia promedio	Precio mínimo	Precio máximo	Nº industrias encuestadas
Montevideo	1490.48	104	1450	2170	7
Colonia	1094.92	24	900	2500	6
Canelones	1502.21	46	1500	1800	3
Maldonado	1822.07	73	790	1946	2
Paysandú	1426.62	32	1100	2100	5
Treinta y Tres	479.45	41	360	610	4
San José	1543.39	40	500	2300	4
Durazno	724.00	12	724	724	1
Soriano	880.00	30	380	880	1
Tacuarembó	280.00	25	280	280	1
Lavalleja	1431.13	33	1200	2000	2

Fuente: Dirección Nacional de Energía - Encuestas industriales de consumo de leña - 1985.

ANEXC 3.3.

Precios de leña pagados puesto en planta por la industria por departamento.
1986 N\$/ton (o)

Departamento	Precio promedio	Distancia promedio km	Precio mínimo	Precio máximo	# m d encuestador
Montevideo	3322.5	210	1380	6400	16
Colonia	2923.29	94	1450	3000	4
Canelones	4240.10	254	3200	5000	4
Maldonado	2841.00	120	2341	2841	1
Paysandú	1563.13	49	1380	2400	5
San José	2375.14	69	917	4650	4

Fuente: Dirección Nacional de Energía - Encuestas industriales de consumo de leña - 1986 - (Información parcial).

ANEXO 3.4

Bases de Cálculo de los Componentes del Precio de Astilla puesta en domicilio

- i) El precio de las astillas pagado por el usuario final corresponde al vigente en Montevideo en la fecha señalada y se ha supuesto que incluye el impuesto al valor agregado.
- ii) El usuario final corresponde al segmento industrial.
- iii) Se distinguen los siguientes componentes del precio:
 - Precio de madera en pie.
 - Costos de explotación y maderero.
 - Costos de comercialización (incluido reparto domiciliario).
 - Margenes de ganancia de los diferentes elementos que participan en el proceso.
- iv) El precio de la madera en pie en el Caso A (50 Km.) no corresponde a una transacción efectiva, sino es el precio al que hubiera estado dispuesto a vender el propietario. Corresponde a precios se pagaba por bosques ubicados en las cercanías de Montevideo. Los precios de la madera en pie en los dos casos restantes corresponden a precios de transacciones recientes.
- v) El costo de explotación empleado en todos los casos fue proporcionado por empresas de explotación y asciende a 100 N\$/ton (verde).
- vi) Tanto el precio de la madera en pie, como el costo de explotación y maderero fueron referidos a tonelada oreada, suponiendo que se pierde un 20% de peso con dos meses de oreado.
- vii) Los costos de transporte fueron proporcionados por dueños de barraca y

corresponden a los siguientes:

- A 50 Km., 12 N\$/ton/Km.
- A 100 Km., 11 N\$/ton/Km.
- A 200 Km., 10 N\$/ton/Km.

- viii) Los costos de comercialización empleados ascienden a 812 N\$/ton y fueron estimados de acuerdo a la información entregada por dueños de barraca y cálculos propios. (Ver Capítulo 4, página 40 y Anexo 4.7).
- ix) El margen del 7% utilizado para el propietario que explota su monte fue calculado en base al precio real de 5600 N\$/ton (o) a retirar existente en Marzo 1987 para el caso A. Sin duda que el realismo de esta cifra está ligado al realismo del precio de madera en pie.
- x) El margen para el detallista fue simplemente determinado por diferencia, partiendo de un precio sin IVA de 3.75 N\$/ton (o) puesta domicilio.

ANEXO 4.1

Descripción del manejo de plantaciones de Eucalyptus para producción de leña

A continuación se describen, en forma breve, las prácticas usuales en Uruguay para la plantación y manejo de Eucalyptus sp.

1. Control de Hormigas

Normalmente dos meses antes de la rotura del suelo, se aplica un insecticida en los hormigueros, generalmente Aldrin en dosis de 1.5 Kg/ha. haciendo posteriormente un control de la efectividad de la acción. El método, producto, forma y oportunidad de la aplicación dependerán del sitio en que se trabaje.

Se ha considerado para efectos del cálculo de costo, que las aplicaciones se hacen durante dos años consecutivos, abarcando además, un perímetro superior al de la unidad básica. Obviamente se considera aplicación manual con una productividad de 10 horas-hombre/ha. en la primera aplicación y 4 horas-hombre/ha. en la segunda.

2. Preparación del Suelo

Las plantaciones, se supone se establecen en terrenos de pendiente suave, por lo que resulta muchas veces financieramente aceptable la rotura y rastraje de la totalidad de la superficie al igual como se hace en un cultivo agrícola. Mediante un tractor de 77 HP con arado de discos de 26", se da vuelta la tierra a una profundidad de unos 25 cm., procediéndose luego, mediante una rastra excéntrica, a cruzar 1 ó 2 veces el terreno y dejarlo preparado para la plantación.

Se ha tomado como productividad media de estas labores 2.5 horas/ha. en el caso de la rotura y 1.5 horas/ha. para el rastraje o disqueado. Se ha supuesto que la preparación del suelo se ha efectuado en una superficie

mayor que la unidad básica de manera de dejar preparados los cortafuegos y caminos necesarios. Para efectos del cálculo de costos se ha supuesto que la preparación de cortafuegos y caminos, requiere del 10% del tiempo ocupado en la preparación propiamente tal del terreno.

3. Plantación

Para la realización de las labores propias de la plantación, se ha supuesto una cuadrilla de 4 plantadores que logran plantar 1 hectárea en el día (625 pl/ha). Esta cuadrilla se organiza de modo de realizar la marcación y distribución y establecimiento de las plántulas. La herramienta a emplear es la pala, que es empleada con éxito en el país. Este replante se efectúa el mismo año de establecimiento, requiriéndose unas 5 horas-hombre/ha.

4. Manejo y cuidados culturales

El manejo de las plantaciones de Eucalyptus destinadas a leña es muy simple en el país. Prácticamente consiste en controlar malezas durante los primeros 2 años, de forma de reducir la competencia a la plántula, efectuar la mantención de los caminos y cortafuegos a lo largo de toda la vida del rodal y mantener personal para las labores de vigilancia.

Para el control de malezas se ha supuesto el uso de tractor y rotativa con una productividad de 2.5 horas/ha. y labores manuales con azada estimadas en 16 horas/ha. en las líneas de cultivo.

Para la mantención de caminos y cortafuegos se ha considerado pasar anualmente la rastra con un requerimiento de 0.05 horas tractor y rastra.

En cuanto a la vigilancia, se ha considerado que una persona puede vigilar unas 300 hectáreas y trabaja 300 días/año.

5. Rebrote

El *Eucalyptus grandis* *orthulies* tiene una gran capacidad de retoñar después de haber sido cosechado, por lo que no hay que incurrir en costos de reforestación. Para el cálculo de la rentabilidad se ha considerado que la corta ha sido hecha en bisel y sin daño a la corteza, y que al segundo año se incurre en un costo de raleo de las varetas del tocón, aún cuando esta labor podría eliminarse y dejar a la competencia natural el trabajo de elegir las 3 varetas más adecuadas, como se hace en el país.

ANEXO 4.2

Precios de los principales insumos (Marzo 1987)

Tasa de cambio: 203 N\$/U\$S

Item	Unidad	N# Precio/unidad
<u>Tierra</u>		
Zona A	N\$/ha	60.000
Zona B	N\$/ha	60.000
Zona C	N\$/ha	60.000
<u>Mano de obra</u>		
Operadores	N\$/dfa	1.222
Peón	N\$/dfa	940
Gas - oil	N\$/lit	76.70
Nafta		122
Aldrín	N\$/kg	329
Plántulas	N\$/1.000	8.000

ANEXO 4.3

Costo Horario estimado de maquinaria. Modelo Base

	TRACTOR (77HP)	ARADO	RASTRA	ROTATIVA	CARRO
Valor nuevo	3.600.000	425.000	375.000	280.000	370.000
Valor residual	360.000	42.500	37.500	28.000	
Valor a depreciar	3.240.000	382.500	337.500	252.000	370.000
Vida útil (horas)	1.200	8.000 (4)	8.000	3.000 (4)	12.000
Costos fijos	428	68	59.5	119	44
Depreciación \$/H	270	48	42	84	31
Intereses \$/H	126	16	14	28	13
Otros (seguros) \$/H	32	4	3.5	7	--
Costos de operación	1.485.75	19.20	16.8	84	12.40
Combustible \$/H	886.00	--	--	--	
Lubricantes y otros	177.00	--	--	--	
Reparación \$/H	270	19.20	16.8	84	12.40
Salario operador \$/H	152.75	--	--	--	
TOTAL	1.913.75	87.20	76.30	203	56.40
Combustible	0.15 1/hora/HP x 77				
Lubricantes	20% combustible				
Reparación	Costo de depreciación	100	40	40	100

184

ANEXO 4.4

Estimación de Costos de Cercado

El costo del cercado es un factor decisivo en el éxito o fracaso financiero de la plantación. La mayoría de los predios disponen de un apotreramiento adecuado, por lo que normalmente el gasto por este concepto, para efectos del cálculo del costo de plantación, se traduce en trasladar el cercado de una parte a otra. Sería imputable por tanto, sólo la mano de obra requerida por este concepto y algunos materiales extras.

ANEXO 4.5

Estimación de costo horario de motosierra usada en cosecha final.

Precio nuevo	N\$	135000
Valor residual	N\$	-----
Valor a depreciar	N\$	135000

VIDA UTIL horas (años) N\$/horas 2400 (2)

<u>COSTOS FIJOS</u>	<u>73.01</u>
. Depreciación	56.25
. Intereses	10.13
. Otros (10%)	6.63

<u>COSTOS DE OPERACION</u>	<u>118.32</u>
. Combustible	63.44
. Lubricantes	12.69
. Reparación	42.19

Sueldo operador 152.75

TOTAL \$/hora 344.08

Combustible	0.52 l/h	122 \$/l
Lubricantes	20% Combustibles	
Reparación	75% Costo de depreciación	

ANEXO 4.6

Antecedentes para el cálculo del costo de transporte

Valor nuevo	N\$	3000000
Valor residual	N\$	2400000
Valor a depreciar	N\$	5600000
Vida útil (años)		10
<hr/>		
Costos fijos N\$/año		1860800
<hr/>		
Depreciación		560000
Intereses (10%)		528000
Patentes		150000
Impuestos		40000
Otros (10%)		127800
Sueldo chofer		455000
<hr/>		
Costos variables \$/Km		71.96
<hr/>		
Combustible		33.40
Lubricantes (15%)		5.76
Neumáticos y cámaras *		13.30
Repuestos y mantención **		14.00
<hr/>		

* Se supone 40.000 Km/año y Precio de aprox. \$ 92000 c/u.

** Depreciación/40.000 km.

ANEXO 4.7

Antecedentes para el Cálculo del Costo de Reparto a Domicilio

Valor Actual	N\$	600000
Valor residual	N\$	360000
Valor a depreciar	N\$	240000
Vida útil (años)		5

<u>Costos Fijos</u>	<u>N\$/mes</u>
Depreciación	4000
Intereses	3600
Patentes	2000
Chofer	35000
Varios (10%)	4460
SUB TOTAL	49060

Traslados/mes: 400 ton.
Costo por tonelada N\$/ton. 122.65

<u>Costos Variables</u>	<u>N\$/Km.</u>
Combustible	24.40
Lubricantes	18.30
Neumáticos	3.33
Repuestos y reparaciones	1.00
SUB TOTAL	47.03

Combustible (Nafta) 5 Km/l.
Lubricantes, filtros 75% Combustible
Neumáticos y cámaras (40000 x 4/48000 Km.) (4000 Km/mes)
Repuestos y reparaciones 100% Depreciación (4000 Km/mes)

Suponiendo que se recorren 20 Km. por pedido promedio de 3500 Kg., el costo variable por tonelada sería:

$$47.03\$/\text{Km.} \times 10 \text{ Km}/3.5 \text{ ton.} = 134.37 \text{ N\$/ton.}$$

Por lo tanto, el costo por tonelada por concepto de reparto a domicilio sería la suma de costo fijo por tonelada y costo variable por tonelada, en este caso:

$$\text{Costo de reparto N\$/ton} = 122.65 + 134.37 = 257.02$$

ANEXO 5.1

Criterio de efectividad para decisión de conversión

Un empresario invertirá en una caldera a leña, si:

$$CEA + GF + GO < \text{Ahorro en gasto de combustible}$$

donde:

CEA = Costo equivalente mensual de la inversión (*)

GF = Gastos Financieros mensuales

GO = Gastos de Operación mensuales

Desarrollando esta inecuación en función del precio de ambos combustibles es posible calcular el precio máximo al que le sería indiferente al empresario usar fuel-oil o utilizar leña.

$$\frac{I \cdot (1+i)^n - 1}{i} + P_l \cdot Q_l \cdot \frac{i}{3} + 20000 \cdot N = P_o \cdot Q_o - P_l \cdot Q_l$$

donde:

I = Monto de la Inversión

P_l = Precio de la leña (40% de contenido de humedad)

P_o = Precio del fuel-oil (N\$ 35.40/litro)

i = Tasa de Descuento

N = Número de operarios adicionales (Salario 20000 N\$/mes)

Q_l = Cantidad de leña en Kilos/mes

Q_o = Cantidad de fuel-oil en litros/mes

(*) $\frac{I \cdot (1+i)^n - 1}{i}$

donde:

I = Monto de la Inversión

n = Años en que se desea recuperar la inversión

i = Tasa de Descuento

ANEXO 5.2

Rentabilidad de plantaciones con fines energéticos

RENDIMIENTO (m ³ /ha/año)	TASAS INTERNAS DE RETORNO (%)					
	1 Rotación			3 Rotaciones		
	20	25	30	20	25	30
EDAD DE ROTACION (años)						
6	24.55	29.44	33.56	29.26	33.44	37.05
8	21.98	25.56	28.56	24.32	27.56	30.31
10	19.70	22.51	24.85	19.51	22.37	24.74