

UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.



*Estudio de Prefactibilidad de  
generación de energía eléctrica  
utilizando biomasa*

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Estudio de Prefactibilidad  
para la utilización de residuos  
derivados del procesamiento de la industria arrocera y de la  
forestoindustrial  
para la generación de energía eléctrica  
en la Provincia de Entre Ríos**

Estudio 1.EE.273

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

- 1. Origen del proyecto**
- 2. El recurso biomásico**
  - La cáscara y pajilla de Arroz**
  - El residuo forestoindustrial**
- 3. El recurso energético**
- 4. La tecnología propuesta**
- 5. El sistema eléctrico**
- 6. El medio ambiente**
- 7. La regulación**
- 8. La evaluación económica**
- 9. El plan de acción**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Entidad beneficiaria: Dirección Nacional de Promoción, dependiente de la Subsecretaría de Energía Eléctrica de la Secretaría de Energía de la Nación**

**Financiamiento: Ministerio de Economía y Producción  
Secretaría de Política Económica  
Unidad de Preinversión (UNPRE)  
Programa Multisectorial de Inversión II**

**Entidad Facilitadora: Energía de Entre Ríos Sociedad Anónima.  
ENERSA**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Cantidad de Molinos Arroceros por  
Localidad**

<b>INDUSTRIA ARROCERA</b>	
<b>Localidad</b>	<b>Cantidad</b>
San Salvador	13
Gualeguaychú	10
Villaguay	6
Villa Elisa	6
C del Uruguay	6
Los Charrúas	3
Urdinarrian	3
Basavilbaso	3
La Paz	2
Concordia	2
Paraná	2
La Paz	2
Hasenkamp	1
Villa Mantero	1
Chajarí	1
Crespo	1
San José	1

## UTILIZACION DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.

Zonas arroceras



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

Distribución del recurso forestal



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

Cantidad de aserraderos por Localidad

<b>INDUSTRIA FORESTAL</b>	
<b>Localidad</b>	<b>Cantidad</b>
Chajarí	36
Federación	35
C del Uruguay	4
Colón	4
Gualedguaychú	3
Concordia	2
Villa del Rosario	1
San Salvador	1
Villa Elisa	1
Cerrito	1
Paraná	1
San José	1

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Zonas preseleccionadas**

**Cáscara de Arroz**

**San Salvador**

**Villaguay**

**Gualeguauchú**

**Residuo forestoindustrial**

**Federación**

**Chajarí**

**Concordia**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Cáscara de Arroz**

- Disponibilidad de alrededor de 100.000 t/año.
- Con humedad de 12% y cenizas del 23%.
- Poder calorífico inferior de 3.050 kcal/kg.

**Pajilla de Arroz**

- Pajilla aprovechable en 40 a 50% resulta 200.000 t/año.
- Con humedad de 25% y cenizas de 7%.
- Poder calorífico inferior de 3.050 kcal/kg.

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

Se dispone de una masa total de 300.000 ton/año.

- Con 8.000 horas anuales de operación.
- Volumen de residuos de arroz de 37,5 t/h.
- Con rendimiento global del 25%
- Se podrá generar aproximadamente 33 MW
- Sería conveniente una central en San Salvador.

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

- **Existen problemas si se quema cáscara de arroz junto con la pajilla.**
- **Si se queman conjuntamente, se forman silicatos alcalinos compuestos, de muy bajo punto de fusión, que originan serios problemas.**
- **Se propone plantear centrales para cáscara de arroz exclusivamente.**
- **Se plantean dos centrales:**
  - **7.5 MW en San Salvador.**
  - **2.0 MW en Villaguay**

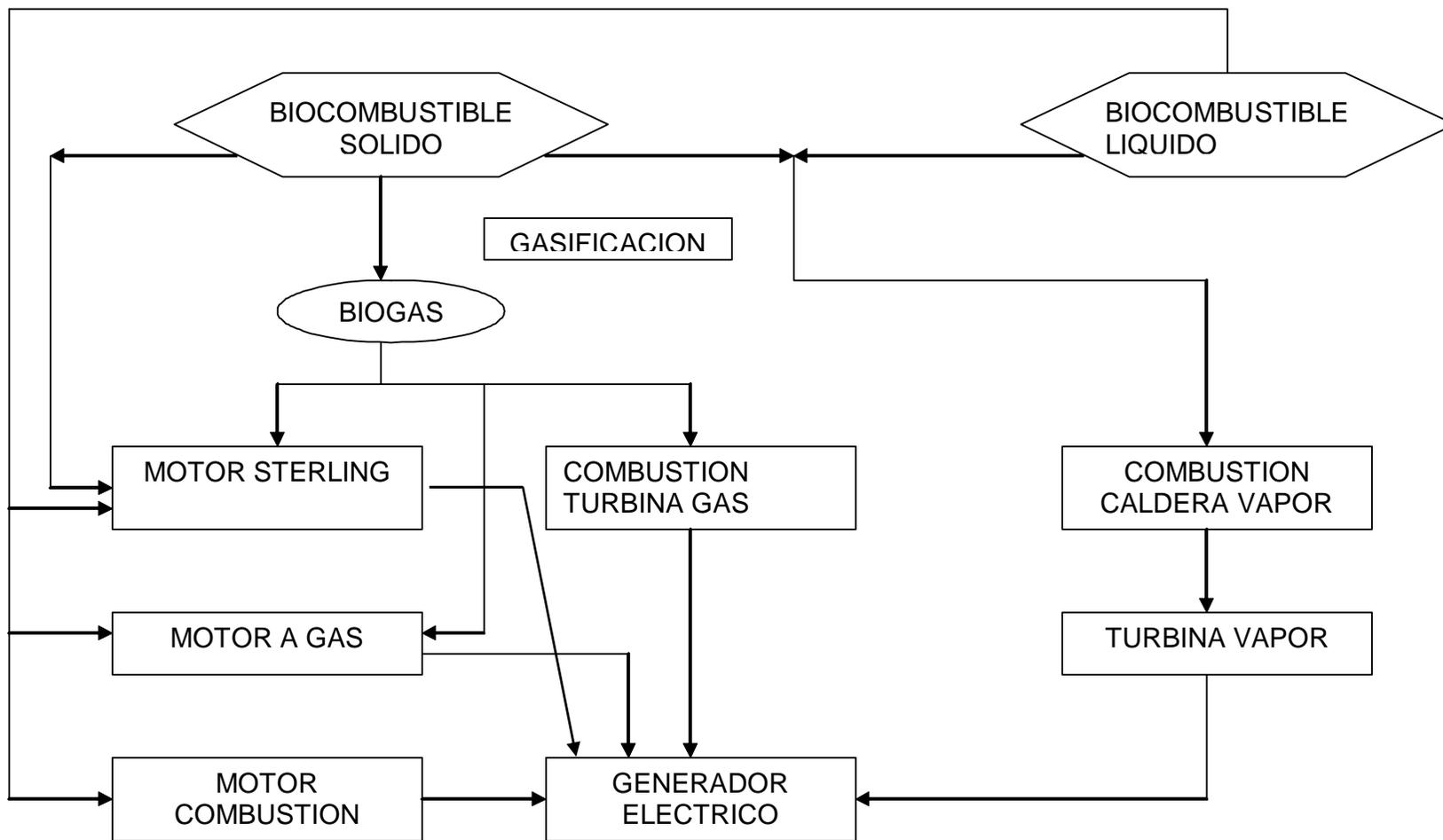
**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

### **Residuo forestoindustrial**

- **Disponibilidad de 710 a 840 t/año**
- **Con humedad promedio de 40%**
- **Poder Calorífico Inferior de 2450 kcal/kg.**
- **Con rendimiento global de 25% para el ciclo térmico**
- **Se pueden generar aproximadamente 64 MW**
- **Pueden plantearse dos centrales de 25 MW.**
- **Se podría considerar una central de 25 MW en Federación y otra en Concordia.**

UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.

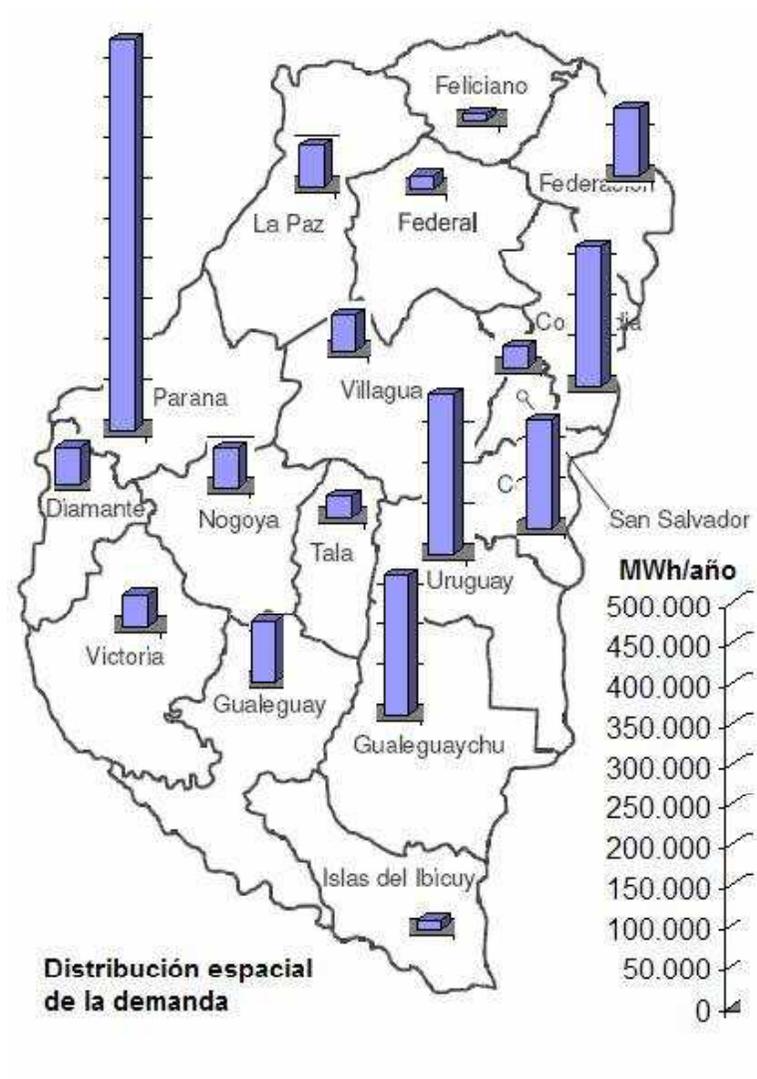
Esquema 1. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE OBTENCIÓN DE  
ENERGIA ELECTRICA CON BIOCOMBUSTIBLES



UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.

- **Tecnologías propuestas en las centrales:**
  - **Centrales “Cáscara de Arroz”:**
    - San Salvador – 7,5 MW: Combustión en Lecho Fluidizado.
    - Villaguay – 2,0 MW: Combustión en Lecho Fluidizado.
  
  - **Centrales “Residuos de Madera”:**
    - Federación – 25 MW: Combustión en forma directa.
    - Concordia – 25 MW: Combustión en forma directa.

**UTILIZACION DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

PROVINCIA DE ENTRE RIOS		
Relevamiento de Productores de Insumos Biomásicos		
Molinos Arroceros por Localidad		
Localidad	Potencia kW	Prestador
Chajarí	612	Enersa
Chajarí	315	Coop.Chajarí
Col. El Pantanoso - 3 de Febrero	36	Coop.Gral.Urquiza
Colonia La Suiza	29	Coop.Gral.Urquiza
Colonia San Huberto	42	Coop.Gral.Urquiza
Concordia	254	Coop.Concordia
Gualedguaychú	254	Coop.Gualedguaychú
La Clarita	225	Enersa
La Paz	337	Coop.La Paz
Los Charruas	329	Enersa
Paraná	270	Enersa
San Salvador	3665	Enersa
Villa Clara	74	Enersa
Villa Elisa	600	Enersa
Villaguay	895	Enersa
Total Potencia kW	7937	

UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.

- En el ámbito nacional la Ley 24.065 de 1992 regula la actividad de la industria eléctrica.
- La Ley de Emergencia Económica N 25.561 de 2002, modifica o suspende algunos de sus aspectos.
- Recientemente se sancionaron leyes que incentivan la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía, Ley 26.190.
- La generación de energía eléctrica a partir de residuos arroceros o de la industria forestal será considerada de interés general, siempre que esté afectada al abastecimiento de un servicio público.

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Costos**

**Inversión Total**

**Costos de Combustibles**

**Gastos de Operación y Mantenimiento**

**Intereses durante la construcción.**

**Tipos de combustible**

**Residuos de aserraderos (chips, aserrín, virutas, recortes)**

**Cáscara de arroz**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

- Desafíos a resolver:

- Aspectos Logísticos.
- Sustentabilidad de Recurso.
- Asociatividad con los proveedores del combustible.

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**ENERGÍA DE ENTRE RÍOS S.A.  
ENERSA**

**ADQUISICIÓN DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA NACIONAL**

Préstamo BID 1896 OC-AR  
Ministerio de Economía y Finanzas Públicas  
Secretaría de Política Económica

Estudio Unpre 1EE409  
Proyectos de Centrales Eléctricas

**INVITACIÓN A PRESENTAR MANIFESTACIÓN DE INTERÉS**

1. ENERSA, actuando como entidad facilitadora de La Dirección Nacional de Promoción de la Subsecretaría de Energía Eléctrica, dependiente de la Secretaría de Energía; utilizará fondos del Préstamo BID 1896 OC-AR a través del Programa Multisectorial de Preinversión III del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación para sufragar parcialmente costos de consultoría para la elaboración de los Documentos de Proyecto de las Centrales Federación y San Salvador que utilizarán biomasa residual de las industrias forestal y arrocera, de una potencia estimada de 25 MW y 8 MW, respectivamente.

Los estudios de cada central, cuyo valor conjunto estimado, IVA incluido, es de pesos novecientos diecisiete mil ochocientos cincuenta y cinco con dieciocho centavos (AR\$. 917.855,18), se adjudicarán por separado, a dos oferentes.

2. Se invita a firmas o asociación de firmas consultoras nacionales especializadas a manifestar su interés en presentar propuestas, hasta las quince horas del día 30 de marzo de 2009 de conformidad con el instructivo que puede obtenerse en:

- Energía de Entre Ríos SA (ENERSA), Buenos Aires 87, (3100) Paraná - Entre Ríos  
E-mail: [iatropin@enersa.com.ar](mailto:iatropin@enersa.com.ar)
- Coordinación de Energías Renovables - Dirección Nacional de Promoción - Secretaría de Energía  
Av. Paseo Colón 171 - 4to. - 401, (1063) Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
E-mail: [fover@minplan.gov.ar](mailto:fover@minplan.gov.ar)

ENERSA  
Ing. Raúl Arroyo  
Presidente



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

- El presupuesto para cada una de las centrales es de \$ 458.927,59.
- La modalidad de realización del estudio será por consultora.
- Se adjudicará una Central por Consultora.
- El plazo previsto para el estudio será de siete (7) meses. Deberá entregar informes de avance los al finalizar los meses 1, 3 y 5.

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

## Componentes del Estudio

- **Componente 1: Revisión de antecedentes**
- **Componente 2: Susutentabilidad del recurso**
- **Componente 3: Figura legal del operador**
- **Componente 4: Estudio de Mercado eléctrico**
- **Componente 5: Ingeniería**
- **Componente 6: Estudio de Impacto Ambiental**
- **Componente 7: Impacto Socioeconómico**
- **Componente 8: Plan de Negocios**
- **Componente 9: Plan de Acción**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**PROFESIONALES INTERVINIENTES  
POR CONSULTORA**

**JEFE DE PROYECTO  
(Debe ser el Electromecánico o Economista)**

**EXPERTO BIOMASICO  
INGENIERO ELECTRICO  
INGENIERO CIVIL  
INGENIERO ELECTROMECHANICO  
ELECTRICO DE FLUJOS  
AMBIENTALISTA  
EXP. LEGAL INSTITUCIONAL  
EXPERTO ECONOMISTA  
AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO (2)**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**Estado de Avance a la fecha**

- **Componente 2. Sustentabilidad del Recurso**
- **Componente 3. Figura Legal del Operador**
- **Componente 4. Estudio de Mercado**
- **Componente 5. Ingeniería**
- **Componente 6. Impacto Ambiental**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**PRODUCCIÓN FORESTAL - Zona Federación (Federación más sur de Corrientes)**

**FUENTE:** Ing. For. V. Marecos

1) <u>Ejemplo de aprovechamiento</u> (valores medios)			
Área forestada <b>estimada:</b>	25.000	ha	
Turno de corte cada	12	años	
Área cosechada	<b>2.083</b>	ha/año	
Masa aserrable/ha	250	t/ha	
Masa total en monte	<b>411.000</b>	toneladas brutas aserrables	
Subproductos del monte	12	t/ha variables según laboreo	
Triturables (adoptado)	6	t/ha; resto residuos no triturables, no aprovechables.	
Residuos en monte	<b>12.500</b>	t no aprovechables; equiv.	<b>13.889 m3<sup>(1)</sup></b>
Masa anual de rollizos	<b>398.500</b>	t maderables	677554
Masa específica	0,9	t/m3	828.178
Volumen anual de rollizos	<b>442.778</b>	m3 maderables	<b>849.413</b>
Rendimiento aserradero	50%	variable s/tecnología	
Volumen anual maderable	<b>221.389</b>	m3 en tablas, pallets, cajones	
Subproductos del aserradero (corteza, costaneros, aserrín, virutas, despuntes, chips)	<b>221.389</b>	m3 <sup>(2)</sup>	199250
Residuos del monte y aserradero (1)+(2):	<b>235.278</b>	m3 no maderables anuales	
	<b>ó 211.750</b>	t zona Federación + sur de Corrientes	

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

**PRODUCCIÓN CITRÍCOLA - Federación / Concordia Pcia de Entre Ríos**

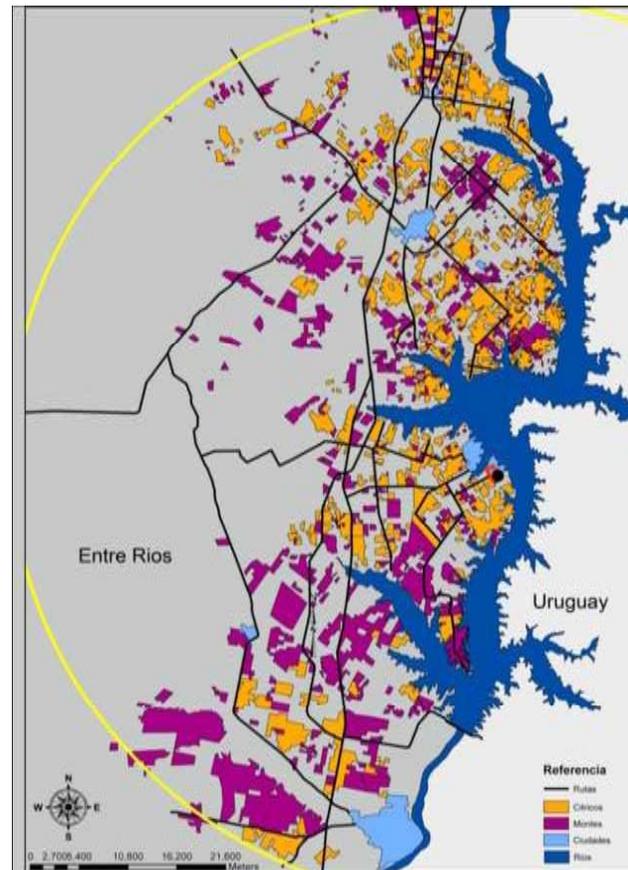
1) Ejemplo de aprovechamiento (valores medios)

**FUENTE:** Ing Ftal C  
Ánderson

Área forestada estimada:	42.000	ha <sup>a)</sup> Anteriormente
Plantas/ha = 416 u	17.472.000	plantas en total.
Poda anual = 60%	10.483.200	mandarinos, que dan año/planta en promedio
resto c/2 años	6.988.800	naranjos, que dan año/planta en promedio
 Biomasa combustible producida por plantación en la superficie considerada		
Mandarina	209.664.000	kg
Naranja	69.888.000	kg
	<b>279.552</b>	<b>t/año</b>

a) <http://servicios.frutic.org.ar/foro/foro/textos/Informe%20sequ%C3%ADa%20c%C3%ADtricos%20campa%C3%B1a%202008-09.pdf>

## UTILIZACION DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

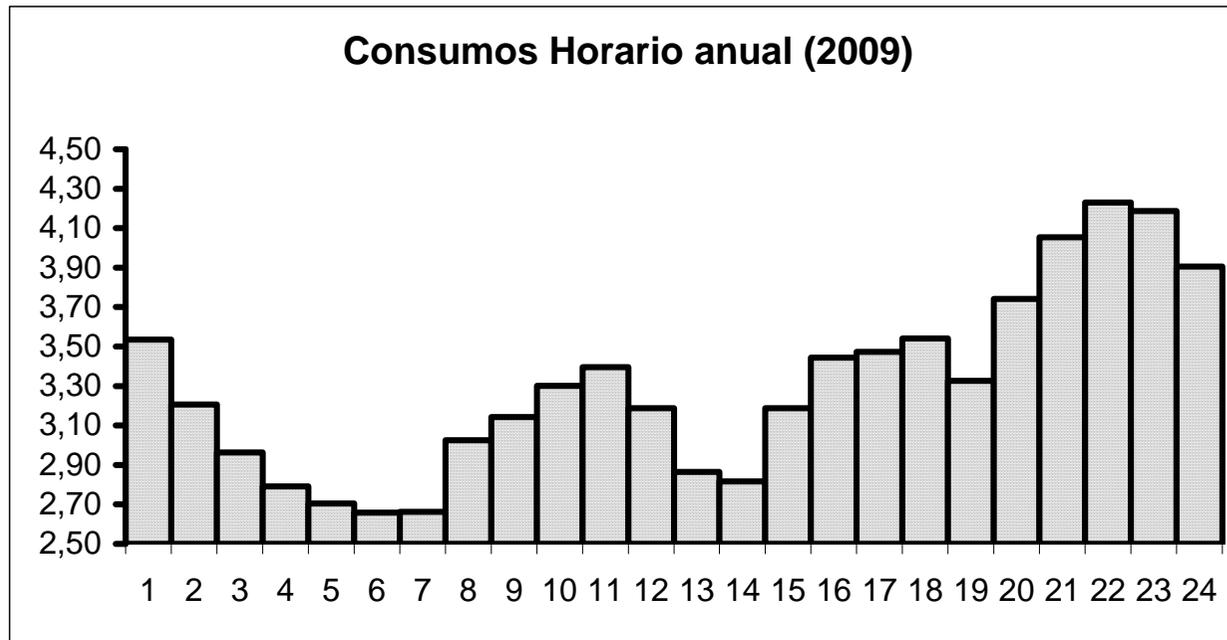
<u>Producto</u>	<u>Ubicado</u>	<u>INTA 2007</u>	<u>INTA 2010</u>	<u>Aserradero 1</u>	<u>Aserradero 2</u>	
<u>Leña verde</u>	En monte	\$ 70,00	\$80,00			
<u>Aserrín</u>	En monte					
	Playa aserr	\$4,50	\$8,00			
	Cargado	\$8,00	\$14,00			
	En Fca	\$24,50	\$35,00		\$26,00	
<u>Virutas</u>	En monte					
	Playa aserr	\$9,00	\$12,00			
	Cargado					
	En Fca c/ctza En Fca s/ctza		\$47,00	\$20,00		
		\$39,00		\$40,00		
<u>Chips</u>	En monte					
	Playa aserr					
	Cargado					
	En Fca	\$40,00	\$58,00	\$52,00		

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

CONSUMO PROMEDIO HORARIO SET FEDERACION



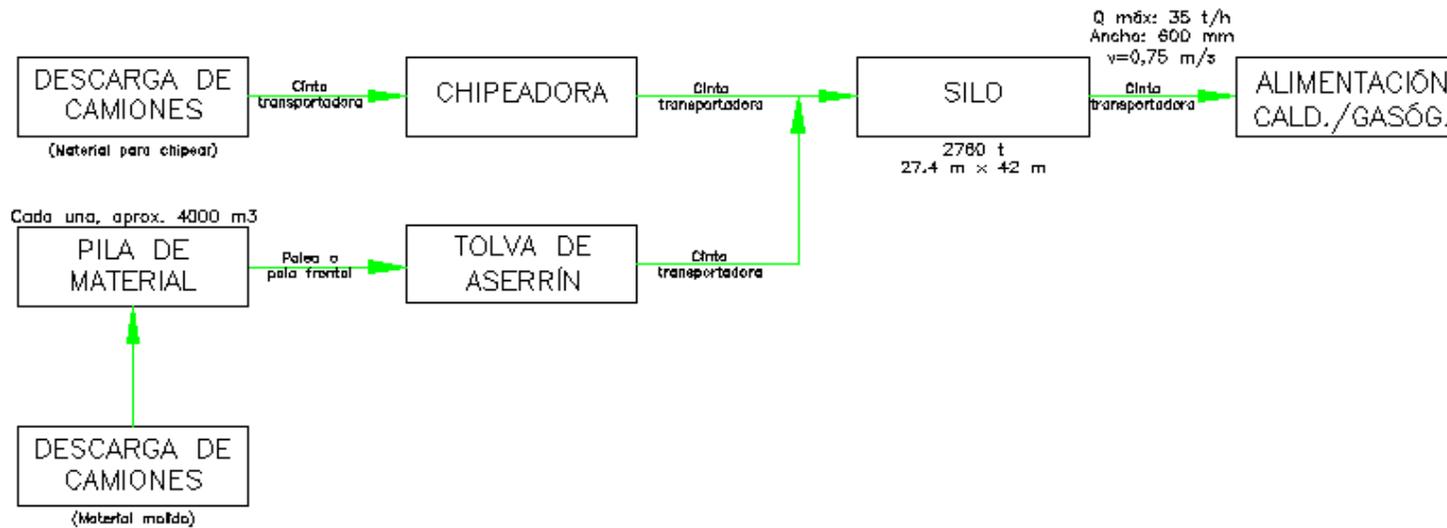
<b>Potencia Mx</b>	4,23	MW
<b>Potencia Min</b>	2,66	MW
<b>Resto</b>	3,25	MW

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

## Aspectos Legales

- **Antecedentes Normativos.**
- **Las energías renovables.**
- **La figura del operador.**
- **El ingreso al Mercado Eléctrico Mayorista**
- **El contrato de Venta.**
- **El contrato de Comodato**
- **El contrato de Abastecimiento.**
- **Las Servidumbres.**

**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**



## UTILIZACION DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**



**UTILIZACION DE RESIDUOS  
DE LA INDUSTRIA ARROCERA Y FORESTOINDUSTRIAL  
PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA  
EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS.**

