



**Comité Consultivo NT Sobre Declaración de Costos
Variables
Octubre de 2018**

1. Introducción
2. Costos Variables de Autoproductores
3. Biomasa como Combustible
4. Observaciones al Anexo Técnico – Determinación
CE de Unid Generadoras

Bioenergías Forestales SA - CMPC

Centrales Bioenergías Forestales

SF Energía 2012



60.7 MW

Nacimiento, Región del Bio Bio
Central generadora de energía en base a Biomasa Forestal con excedentes de 60.7 MW.

CMPC Laja 2012



25 MW

Laja, Región del Bio Bio
Planta Autoprodutora de Energía basada en cogeneración a Licor Negro y Biomasa con excedentes de 25 MW.

CMPC Pacifico 2014



33 MW

Angol, Región De La Araucanía
Planta Autoprodutora de Energía basada en cogeneración a Licor Negro y Biomasa con excedentes de 33 MW.

CMPC Santa Fe 2015



5 MW

Nacimiento, Región del Bio Bio
Planta Autoprodutora de Energía basada en cogeneración a Licor Negro y Biomasa con excedentes de 5 MW.

CMPC Cordillera 2016



26.4 MW

Puente Alto, Región Metropolitana
Planta Autoprodutora de Energía basada en cogeneración a GN con excedentes por 26.4 MW

CMPC Tissue 2016



4 MW

Talagante, Región Metropolitana
Planta Autoprodutora de Energía basada en cogeneración a GN con excedentes por 4 MW.

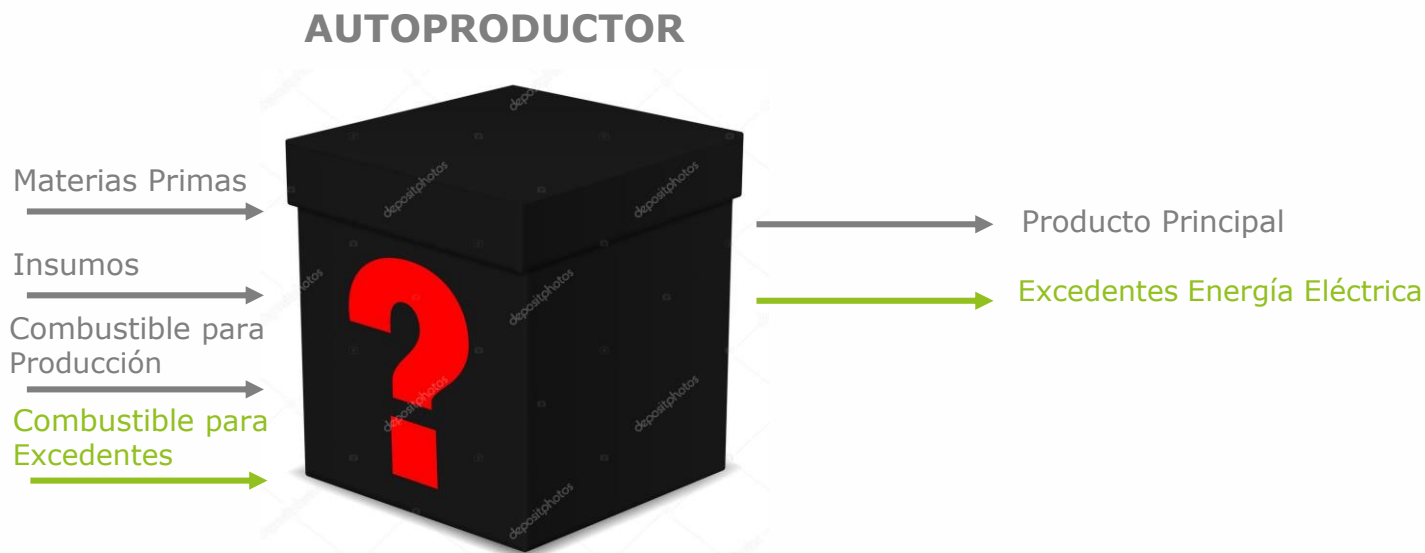
...Cuál es el tamaño de Bioenergías Forestales - CMPC?

PLANTA	UNIDAD	S NON MVA	FACTOR POTENCIA	P NOM MW	FACTOR SERVICIO	P NORMAL MW	AUTOCONS MW	EXEDENTES MW
CMPC LALA	TG3	53	0,85	45	0,67	30	45	25
	TG4	74	0,85	63	0,64	40		
CMPC SANTA FE	TG1	22	0,85	19	1,07	20	90	5
	TG2	61	0,85	52	0,67	35		
	TG3	61	0,85	52	0,77	40		
SF ENERGIA	TG4	122	0,85	104	0,65	67	6	61
CMPC PACIFICO	TG1	46	0,85	39	0,89	35	47	33
	TG2	50	0,85	43	0,85	36		
	TG3	18	0,85	15	0,60	9		
CMPC CORDILLERA	TG1	62	0,85	53	0,94	50	26	24
CMPC TISSUE	TG1	26	0,85	22	0,98	22	18	4
TOTAL	11	596		506		384	232	152

2. Costos Variables de Autoproductores

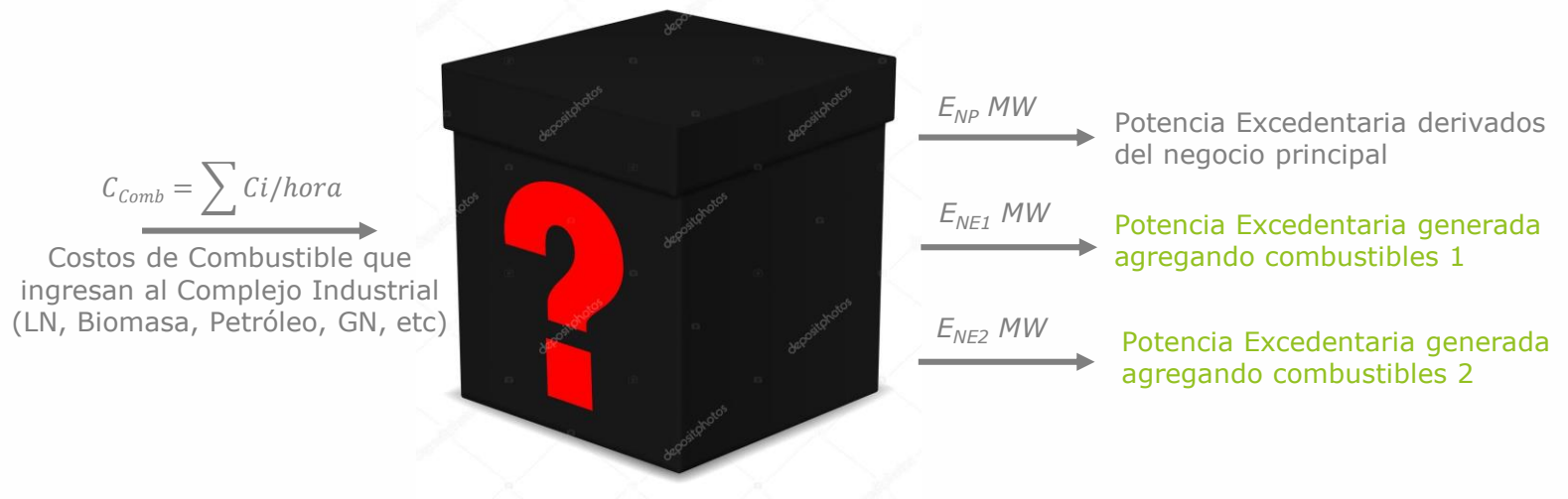
Costo de Energía Excedente del Autoprodutor

Se entenderá por Autoprodutor a toda entidad cuya capacidad instalada de generación interconectada al sistema es superior al total de su demanda máxima anual, siempre que su giro principal sea distinto a los de generación o transmisión y cuyos procesos **dependientes e integrados** aportan excedentes de energía eléctrica al SEN.



Costo de Energía Excedente del Autoprodutor

Cómo se calculan los específicos y costos combustibles de los excedentes de energía eléctrica de un Autoprodutor?

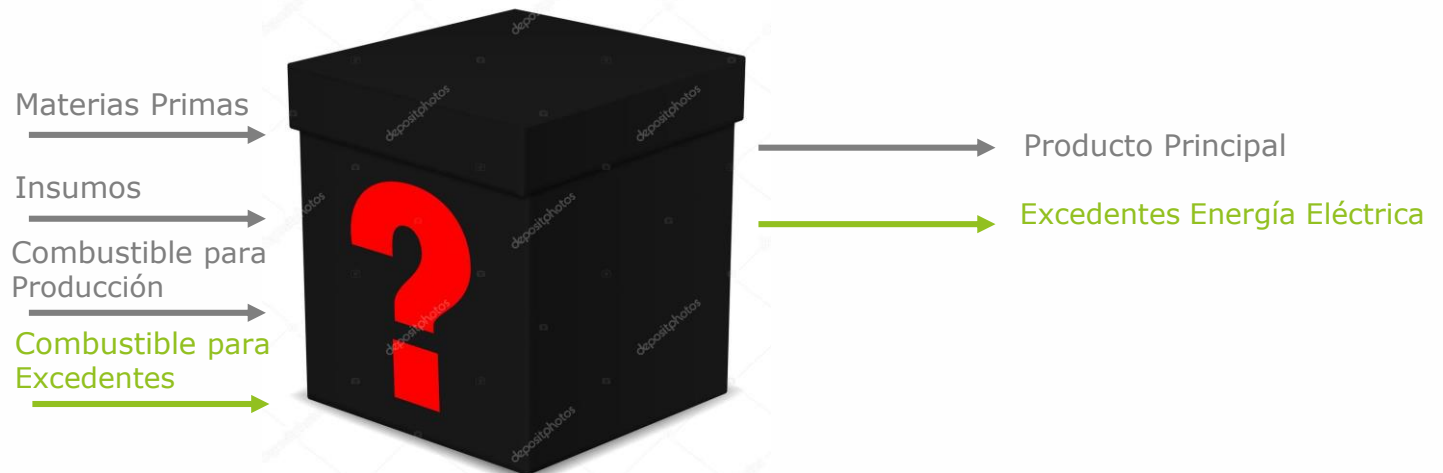


Excedentes [MW]	Tamaño Bloque [MW]	Costo Total AP / Hora	Costo Despacho Bloque
E_{NP}	E_{NP}	C_{Comb0}	0 (*)
$E_{NP} + E_{NE1}$	E_{NE1}	C_{Comb1}	$\frac{C_{Comb1} - C_{Comb0}}{E_{NE1}}$
$E_{NP} + E_{NE1} + E_{NE2}$	E_{NE2}	C_{Comb2}	$\frac{C_{Comb2} - C_{Comb1}}{E_{NE2}}$

Los excedentes de energía y su costo se alteran con facilidad según:

- Cantidad de producción principal
- Tipo de producción Principal
- Eficiencia del proceso
- Temperatura ambiental, afluentes y efluentes
- **Calidad del combustibles (estacionalidad en la Biomasa)**

AUTOPRODUCTOR



3. Biomasa como Combustible



La biomasa como combustible



En Chile se utilizan biomasas de origen:

- ✓ Forestal (provenientes de plantaciones dedicadas o residuos de bosques)
- ✓ Agrícola (residuos de plantaciones agrícolas)
- ✓ Doméstica (desechos urbanos)

La Biomasa Forestal se comercializa bajo la unidad de medida de m³ estéreo. El precio depende de:

- ✓ Costo de transporte (40%)
- ✓ Costo de manejo en origen (30%)
- ✓ Costo de almacenamiento (0% a 40%)
- ✓ Marge (10%)

La biomasa como combustible



- Costo de transporte: Depende de la distancia entre el origen (bosque explotado) y la central (normalmente no mayor a 100km). Este costo es independiente de la calidad del combustible.
- Costo de Manejo en Origen: Recolección , triturado y carga. Este costo es independiente de la calidad del combustible
- Costo de Almacenamiento: Costo financiero, carga y descarga. Mayor tiempo de almacenamiento implica mayor costo pero también mejora la calidad del combustible.
- Margen: Ganancia de explotador.

La biomasa como combustible

La calidad del combustible de biomasa depende de PCI_{bs} , Humedad, Densidad y Contenido de Inertes.



- **Poder Calorífico Inferior Base Seca:** contenido energético del combustible, depende de la especie y tipo de la biomasa

Descripción	PCI_{bs} [kJ/kg]
Astilla de Pino Radiata	17.585
Aserrín de Pino Radiata	17.585
Corteza de Pino Radiata	20.545
PDM Astilla Combustible Rollizo Pino	18.397
Fardos Comprados 2,5 Mt De Euca	17.394
Corteza Bosque Euca N	15.898
Rollizo C/C 2,44 Mt de Álamo	18.301
Pdm Interno	15.898
Pellet JCE	18.840



- **Humedad:** corrige el contenido energético efectivo (PCI_{efec})

Para determinar el contenido energético de la biomasa suministrada se utilizará la siguiente expresión:

$$PCI_{Efec} = Q_2 - Q_1$$

Donde,

- PCI_{Efec} : Poder Calorífico Inferior Efectivo de la Biomasa [kJ/kg]
 Q_1 : Energía necesaria para eliminar la humedad contenida en un kg de biomasa estéreo [kJ/kg]
 Q_2 : Energía disponible en un kilogramo de biomasa estéreo [kJ/kg]



Donde :

$$Q_1 = M_a * \{PC_a * [100 - T_{amb}] + [h_2 - h_1] + [h_3 - h_2]\} = M_a * 2793,2$$

$$Q_2 = PCI_{bs} * [1 - M_a]$$

Así,

$$PCI_{Efec} = PCI_{bs} - M_a * (PCI_{bs} + 2793,2)$$

- M_a : Masa de agua en un kg de Biomosas [igual a pu de humedad]
- PCI_{bs} : Poder Calorífico Inferior base seca del material/especie [kJ/kg], ver tabla 1.
- PC_a : Calor específico del Agua [4,19 kJ/kg/°C]
- T_{amb} : Temperatura ambiental de la biomasa [normal a 20°C]
- h_1 : Entalpía del agua a 99°C [419 kJ/kg],
- h_2 : Entalpía del agua a 100°C [2675 kJ/kg], cambio de estado
- h_3 : Entalpía del vapor a 200°C [419 kJ/kg]



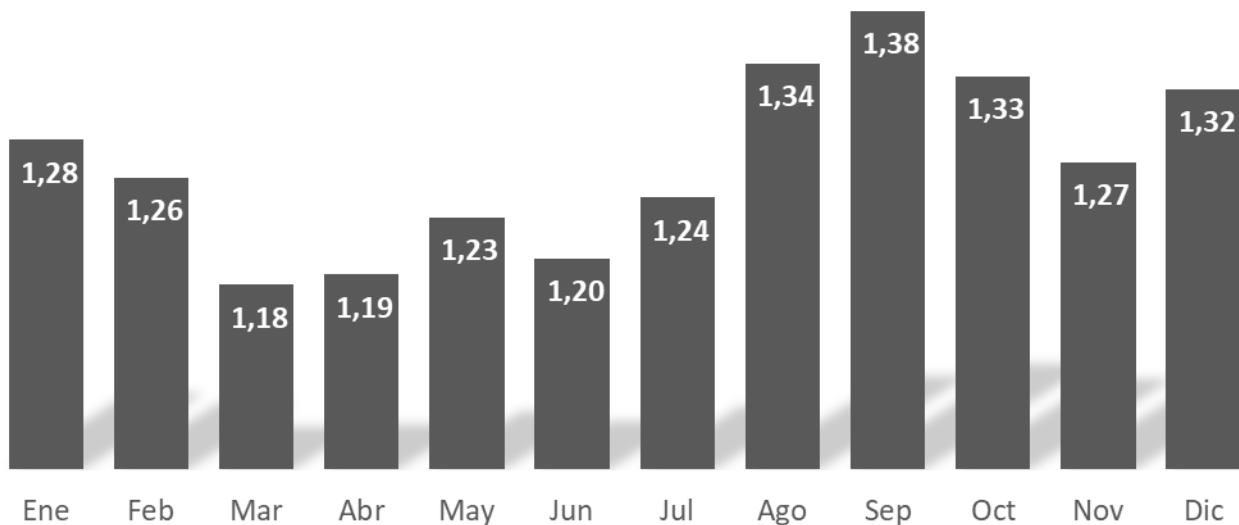
Humedad		10%	45%	50%	55%
Descripción	$PCI_{bs} [kJ/kg]$	$PCI_{Efec} [kJ/kg]$	$PCI_{Efec} [kJ/kg]$	$PCI_{Efec} [kJ/kg]$	$PCI_{Efec} [kJ/kg]$
Astilla de Pino Radiata	17.585	15.547	8.415	7.396	6.377
Aserrín de Pino Radiata	17.585	15.547	8.415	7.396	6.377
Corteza de Pino Radiata	20.545	18.211	10.043	8.876	7.709
PDM Astilla Combustible Rollizo Pino	18.397	16.278	8.861	7.802	6.742
Fardos Comprados 2,5 Mt De Euca	17.394	15.375	8.310	7.300	6.291
Corteza Bosque Euca N	15.898	14.029	7.487	6.552	5.618
Rollizo C/C 2,44 Mt de Álamo	18.301	16.192	8.809	7.754	6.699
Pdm Interno	15.898	14.029	7.487	6.552	5.618
Pellet JCE	18.840	16.677			

La biomasa como combustible



El efecto estacional, debido al contenido de humedad, es lo más significativo en el específico para las centrales de Biomasa

ESPECIFICO CENTRAL SF ENERGIA
m³e/Ton (2014-2017)



4. Observaciones al Anexo Técnico – Determinación CE de Unid Generadoras

Art 10:...El Consumo Especifico Neto CEN deberá ser representativo de las características técnicas propias de la Unidad.

Las restricciones operativas no deberán ser consideradas en la determinación de este valor.

Comentarios: Esto no es aplicables para Autoprodutores.

Art 11:...Experto Técnico para las Pruebas de CEN.

Comentarios: Para el caso de Autoprodutores, los expertos técnicos debe ser especialistas en el proceso del principal.

Art 16:...Las pruebas y mediciones deben ser en condiciones representativas de una condición operativa estable , continua....

Comentarios: Para el caso de Autoprodutores se debe fijar producciones nominales del proceso principal (pueden ser distintos productos que alteran los específicos)

Art 18:...Resultados de las Pruebas de Consumo Especifico Neto

$$CEN = CC * PC / P_{neta}$$

Comentarios: CC de Autoprodutor depende de una mezcla variable de diferentes combustible, con unidades distintas y PC ídem. Para determinar la P_{neta} se debe considerar igual a los excedentes del Autoproducto.

Art 20:...Para el cálculo del CEN , el PCS del combustible a utilizar deberá ser según art 32

Comentarios: El art 32 no indica ninguna metodología.

Art 22:...Entrega de resultados de las Pruebas de CEN....J) Anexos : curvas de corrección

Comentarios: Se propone que los efectos de la Humedad, densidad e inertes se respalden con ecuaciones o curvas de corrección para cambiar los específicos según estacionalidad.

Revisar último párrafo que pide un informe detallado cuando la variación del CEN es mayor del 4%. Para la biomasa se espera variaciones del 25%.

Art 33:...Análisis de Combustibles

Comentarios: No se indica Biomasa o combustibles alternativos.

Art 36:...Corrección al CEN

Comentarios: no se señala corrección para Autoprodutores.

Art 37:...Actualización de CEN

Comentarios: En el caso de Bioenergías Forestales se congelaron los consumos específicos de invierno y no pueden ser modificados mientras no se hagan las respectivas pruebas.