



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
CARRERA DE ARQUITECTURA

CEBF

CENTRAL ENERGETICA DE BIOMASA FORESTAL

PROYECTO DE TITULO ARQUITECTURA

FLOR PAZ MUÑOZ MOYA

PROFESOR GUÍA: EDUARDO LYON

PROFESOR ASISTENTE: GREGORIO BRUGNOLI

SANTIAGO, CHILE. 2007.



“Hoy es siempre todavía”
... toda la vida es ahora
y ahora...
ahora es el momento de cumplir las promesas que nos hicimos
porque ayer no lo hicimos
porque mañana es tarde, ahora.
* Ismael Serrano.



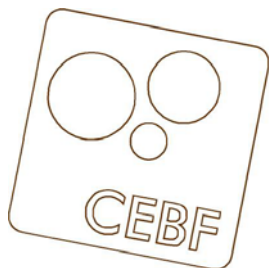
Dedicado a los míos.



01. Introducción	09
02. Motivaciones Personales	15
03. Descripción del Problema	19
a. Realidad Energética en Chile	22
b. Agonía de un recurso = Crisis Social (Zona del Carbón)	25
04. Contexto del Problema	33
a. Energías Renovables no Convencionales	34
b. Región Forestal	39
c. Biomasa Forestal : Un Recurso energético	43
05. Contexto Operacional	55
a. Información Geo Referenciada: Industria Maderera	55
b. Localización: Coronel	62
i. Coronel: Datos Estadísticos	65
c. Aproximación al terreno	67
06. Estructura de Requerimientos	79
a. Tecnologías y aplicaciones: Biomasa Forestal	79
b. Generación Eléctrica	85
c. Impacto Ambiental	93
d. Referencias	94
07. Definición	101
a. Área Energética: Generación Eléctrica	103
b. Área Gestión e Investigación.	111
c. Recursos Humanos	112
d. Modelo de Gestión y Negocios	114



e. Modelo Programático	116
f. Modelo Espacial	117
g. Maqueta de Proceso	126
08. Referencias y Bibliografía	131
09. Anexos	139
a. Los tipos o fuentes de biomasa	139
b. Co- generación	140
c. Definiciones sector eléctrico	141
d. Entrevista a Patricio González: Jefe de Proyectos del Instituto Forestal para el Diario Austral de Valdivia.	142



01





INTRODUCCION

El presente trabajo se desarrolla a partir de la investigación realizada dentro del marco del proceso de titulación de Arquitectura, para el planteamiento y final concreción de un proyecto arquitectónico, el cual se constituye como una Central de Generación eléctrica a partir de Biomasa Forestal.

La Biomasa Forestal es toda la materia orgánica renovable de origen vegetal, desechos forestales cultivos agrícolas, residuos de industrias agroforestales, que es posible su aprovechamiento para fines energéticos.

En síntesis, este estudio reconoce una problemática que responde principalmente a una reconversión laboral y energética, a partir de la reutilización de un desecho industrial maderero, existente en la zona de emplazamiento del proyecto, siendo atingente, en distintas medidas, a nivel mundial, nacional, regional y local.

De esta forma existe, por una parte, una preocupante tendencia mundial, la cual se refiere al incremento sostenido en el consumo de energía primaria, y el consecuente agotamiento de las fuentes energéticas fósiles, lo cual, hace resonar cada vez con más fuerza, la crisis energética por la cual atravesamos como comunidad global. Este panorama resulta agravado si analizamos, la dependencia energética del exterior que en la actualidad enfrentamos como país, lo que se ha convertido en un frecuente tema de discusión cada invierno, fecha en la cual, la seguridad del suministro se ve enfrentada a los mayores problemas. Dentro de este escenario es que comenzamos a analizar más en profundidad la realidad que se vive en nuestro país.

En Chile, existe una necesidad concreta de carbón, que debido al cierre de las minas carboníferas, de la Zona de Arauco, comenzó a ser satisfecha con un aumento progresivo de las importaciones, para resolver las necesidades existentes de esta materia prima, llegando alcanzar hoy más de un 94% del total requerido principalmente para la generación eléctrica.

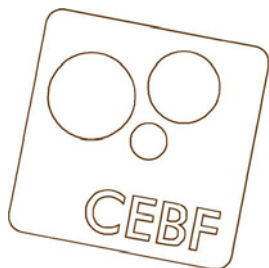


Sin embargo, en oposición a la realidad que antes describimos, la tendencia mundial es asociar el abastecimiento energético a partir de Energías Renovables, como una actitud basada en la sustentabilidad y en las denominadas energías limpias, que contribuyen al desarrollo local y a la autosuficiencia energética. Hoy en día, este tipo de suministro energético, se presenta con una muy baja participación a nivel nacional, pese a que la tendencia mundial indica que el crecimiento va orientado hacia la generación eléctrica a partir de este tipo de energías.

A partir del interés que surgió por la Zona de Arauco, como una zona de conflicto, la cual presenta serios problemas sociales que se desencadenaron a partir del cierre de las minas, surge el interés por desarrollar este proyecto, para ir en beneficio directo de los habitantes del lugar, otorgando nuevas fuentes de trabajo y a la vez un desarrollo energético, basado en el potencial que presenta el recurso forestal.

Este recurso, desde el descubrimiento del fuego, ha acompañado al hombre otorgándole energía para calentarse, alimentarse e iluminar sus pasos. Esta dependencia de la biomasa forestal ha permanecido por miles de años, en concreto hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando fue casi totalmente sustituida por el carbón y más tarde por otras fuentes energéticas como el petróleo. Es hora, entonces, de reconocer las potencialidades que posee este recurso, analizarlo y verificar la factibilidad técnica para su posible utilización energética.

A nivel mundial esto es una realidad. La utilización de biomasa ya sea forestal o agraria con fines energéticos, es una tendencia que los países nórdicos desarrollan hace años, debido principalmente a la gran cantidad de desechos forestales y además de los múltiples beneficios que acarrea en comparación con la utilización de combustibles fósiles. Estos beneficios se traducen en generación de empleos, desarrollo local y, no menos importante, en disminución de emisiones nocivas para nuestro medio, colaborando eficazmente con la disminución del efecto invernadero.



De esta manera y con esta interesante oportunidad por delante, analizamos la factibilidad técnica necesaria para realizar un proyecto de esta envergadura, comprobando la existencia de la materia prima necesaria para la realización dentro de la Región del Bío-

Bio, teniendo como referencia el puerto de Coronel. Dicho puerto fue escogido por ser el de mayor actividad y solidez en la “costa del carbón”.

La reutilización de los residuos industriales madereros surge como una alternativa al comprobar la gran cantidad de desechos o residuos generados por esta industria Ej.; del 100% de un árbol que es utilizado para fines industriales solo se rescata el 48% para esos fines y el resto son acumulados como desechos forestales.

En conclusión, y después de haber analizado y comprobado por medio de un mapeo la distribución de la industria maderera, la elección de la localidad de Coronel como emplazamiento del proyecto, responde categóricamente a todo lo indicado anteriormente, tanto a factores técnicos como sociales.

Finalmente, este proyecto se propone como una alternativa, la cual promueve la generación de empleo a partir de responder a problemáticas que se presentan a distintas escalas de influencia. Por otro lado, potenciar la innovación mediante el uso de tecnologías, las cuales permiten aprovechar de mejor forma nuestros recursos naturales permitiendo reestablecer en alguna medida el equilibrio necesario que debemos restaurar como sociedad entre el medio construido y el natural.

* “La biomasa es una opción de gran potencial para la **diversificación energética** de Chile.”¹

¹ Poniachik, Karen. Ministra de Minería y Energía. Julio 2006.









MOTIVACIONES PERSONALES

* “En el fondo de cada uno de nosotros existen bastante más posibilidades que las que hemos tenido oportunidad a explorar hasta ahora. Si no creamos un entorno favorable para el desarrollo de nuestro potencial, no sabremos nunca lo que se oculta en nosotros” Muhammad Yunus.

Averiguar lo que podríamos llegar a ser si aprovechamos todas las oportunidades que se nos ofrecen, sumado a la voluntad política y social de afrontar los costos inmediatos que nos beneficiarán a largo plazo, es parte de nuestro deber como futuros profesionales. Nuestra misión no es proyectar sueños, si no que concretar visiones.

Al ser parte de la Universidad de Chile, somos parte de la diversidad y por ende asumimos como propios los problemas que existen en nuestra sociedad, que hoy en día no se están resolviendo, esto nos obliga a reparar en ellos y tener una postura prepositiva e innovadora, que rescate las experiencias de otros modelos y a su vez nos permita hacerlas propias.

El proyecto de titulo es nuestra oportunidad para dejar evidencia que las problemáticas sociales pueden ser resueltas con una mirada innovadora pero realista, y que por ende que los arquitectos tienen un rol importantísimo que cumplir dentro de este escenario.



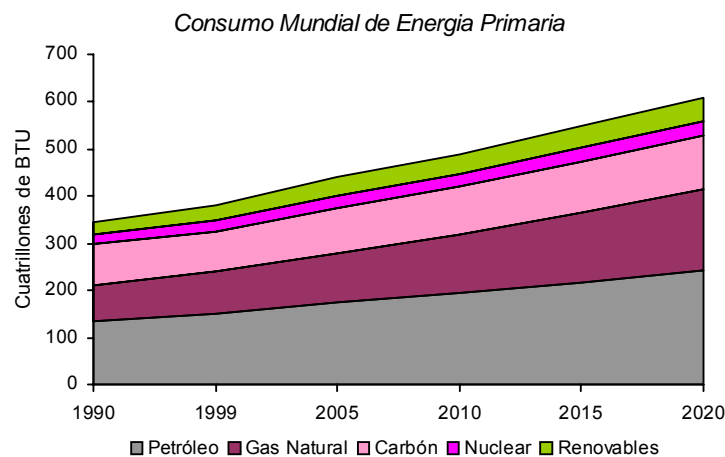






DESCRIPCION DEL PROBLEMA

* “Uno de los principales problemas que enfrenta la sociedad a nivel global es el **agotamiento de las fuentes de energía fósiles**, que de acuerdo a los expertos alcanzará la máxima producción en las dos próximas décadas con una caída posterior sostenida.”²



3

La preocupante tendencia mundial, del incremento sostenido en el consumo de energía primaria, y el consecuente agotamiento de las fuentes energéticas fósiles, hace resonar cada vez con más fuerza, la **crisis energética** por la cual atravesamos como comunidad global.

Esta situación la sentimos agravada en países como el nuestro, donde la dependencia energética del exterior y las fluctuaciones del mercado restringen y someten la seguridad del suministro energético a nivel nacional.⁴

² Rodríguez, Manuel; Corvalán Patricio; Gutiérrez Misael. La utilización potencial de la biomasa forestal en Chile como fuente de energía. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 2006.

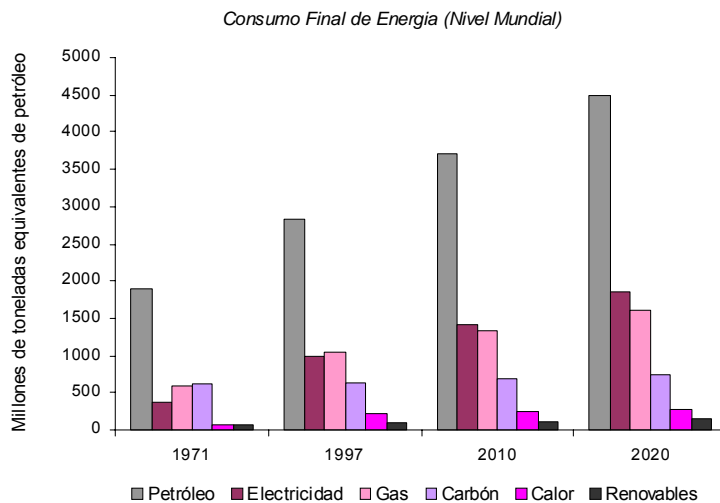
³ Gráfico de Elaboración propia según datos extraídos de Ministerio de Ciencia y Tecnología Española.

⁴ Al respecto la Comisión de Energías Alternativas, perteneciente al Colegio de Ingenieros en una Publicación Oficial dentro del marco de la preparación de Proyecto País del Gobierno de Michelle Bachelete. 2006. Dicen lo siguiente: “La actual matriz energética del país es producto de elegir combustibles de bajo costo, asociados a nuevas tecnologías de generación (ciclo combinado) para cubrir aumentos de demanda. Se introdujo el gas natural para usos doméstico, industrial y de generación eléctrica, sin aplicar los criterios técnicos que aconsejaban construir almacenamientos de gas para regular fallas de suministro.

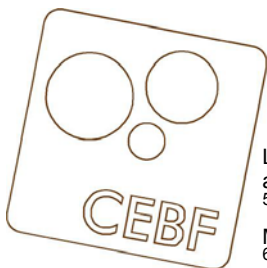


Países más desarrollados como USA, la Comunidad Europea, Japón entre otros, están impulsando e invirtiendo en el cambio de composición de sus matrices energéticas, para hacerlas más independientes del petróleo y, al mismo tiempo, buscan desarrollar nuevas tecnologías que utilicen fuentes de **energía renovables** existentes en sus territorios y hasta ahora no aprovechadas.

“El **acuerdo de Kioto** representa un primer paso, pero no es suficiente para luchar contra una de las más grandes amenazas sobre el medio ambiente. El cambio climático, o **calentamiento global**, es principalmente el efecto de haber aumentado 12 veces las emisiones de dióxido de carbono (CO2) durante este siglo, como consecuencia de la combustión de carbón, petróleo y gas para obtener energía. WWF/Adena desearía ver compromisos renovados por parte de los gobiernos y las empresas para luchar más efectivamente contra el **cambio climático**, que amenaza el bienestar de la sociedad y del medio natural del que todos dependemos.” ⁵



6



La seguridad de suministro se basó exclusivamente en solidez de contratos y protocolos, asumiéndose los altos costos que hoy esta conociendo el país.”

⁵ Acuerdo de Kioto Un informe de WWF/Adena sobre la Cuarta Conferencia de las Partes del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2-13 de noviembre 1998).

⁶ Grafico de Elaboración propia según datos extraídos de Ministerio de Ciencia y Tecnología Española.

Entonces, nos enfrentamos a una realidad ineludible: por un lado existe una demanda creciente en el consumo energético a nivel mundial, lo que vuelve crítica la seguridad de abastecimiento; sumado al grave problema que el uso de combustibles fósiles a través del tiempo ha ocasionado en nuestro medio natural.

Es por ello que lo anteriormente expuesto, se vuelve urgente reparar en cuales son nuestras posibilidades de autoabastecimiento, las que nos permitan cierta independencia y potencien los recursos naturales existentes en nuestra región. Además de que estén en línea con los criterios de protección del medio ambiente natural contribuyendo a evitar el aumento perjudicial del cambio climático y el consecuente calentamiento global.



a. REALIDAD ENERGÉTICA EN CHILE

“El rápido crecimiento económico de Chile desde 1990 ha hecho que aumente a casi el doble sus emisiones de dióxido de carbono o CO²... El País necesita utilizar más fuentes de energía renovable y depender menos del petróleo y el gas.”⁷

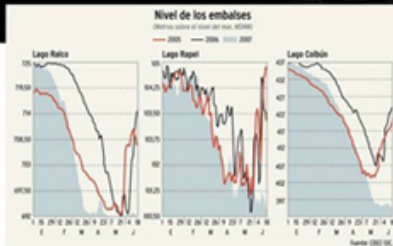
Compleja situación podría obligar al gobierno a decretar racionamiento en 2008

Chile enfrenta este invierno el peor escenario eléctrico de la década

► Falta de gas y de lluvias complica al sistema energético, lo que aumenta posibilidades de apagones y fallas va para 2007. Se prevé que para el próximo año y durante 2009 habrá déficit.

Falta de gas y de lluvias complican al sistema energético

Zona centro-sur enfrenta invierno con el peor suministro eléctrico de la década



Empeora suministro eléctrico en el país

Déficit de energía podría obligar a racionamiento eléctrico en 2008

Nehuenco I está sin operar desde hace una semana

Falla en central de Colbún aumenta precariedad del suministro energético

La planta aporta 4,2% de la capacidad instalada del Sistema Interconectado Central y estará fuera de operación en las próximas dos semanas. Para cubrir el déficit existente se están usando centrales de pasada y diésel.



Argentina reafirma que no faltará gas a hogares y sube envíos en momento crítico



Lluvias han mejorado situación de embalses.



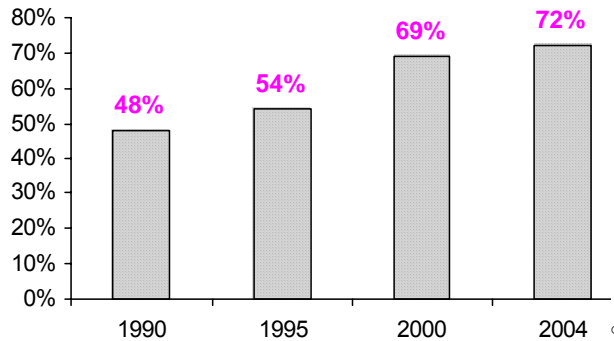
⁷ Anuncio hecho por Kiyo Akasaka, vicepresidente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), publicada en bbc mundo.com. 10 de mayo de 2005.

⁸ Collage de elaboración propia extraídos de de www.latercera.cl entre abril y septiembre del 2007

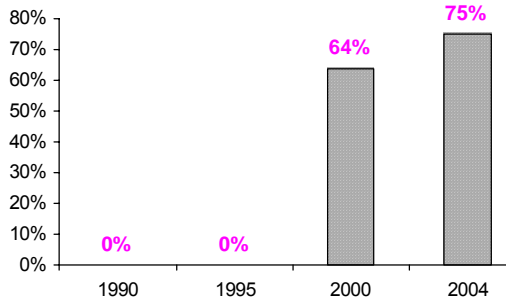
La dependencia energética del exterior que enfrentamos como país, se ha convertido en un frecuente tema de discusión cada invierno, fecha en la cual, la seguridad del suministro se ve enfrentado a los mayores problemas.

El tema es bastante complejo si entendemos que éste afecta distintas aristas de nuestra sociedad. Así mismo, al revisar el crecimiento de las importaciones nacionales en relación al consumo de energía primaria, utilizada principalmente para la generación eléctrica, podemos observar que el total del **consumo bruto importado, llega al 72% en el año 2004**, la cual es producto de una curva creciente sostenida en los últimos 15 años a lo menos, evidenciando nuestra limitante dependencia energética.

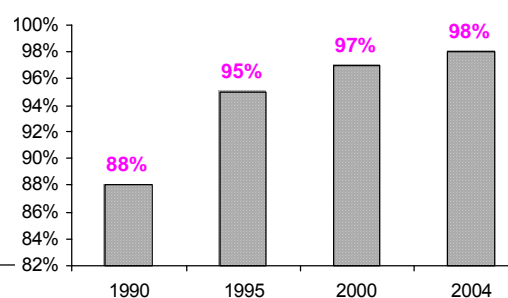
Participación de Importaciones en Consumo Bruto de Energía Primaria



Pocentaje de Gas Natural Importado



Pocentaje de Crudo Importado



⁹ Gráficos de elaboración propia según publicaciones de la Comisión Nacional de Energía y el Banco Central.



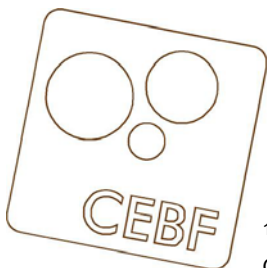
“El tema de la **energía** es uno de los **problemas más serios** que enfrentará Chile en estos años”¹⁰

La solvencia energética para un país en la actualidad es un tema fundamental.

La historia de nuestro país nos demuestra que esta realidad tampoco no es ajena, ya que como sociedad nos hemos visto enfrentados a grandes conflictos productos del agotamiento de un recurso energético, reflejado puntualmente en este caso, en la gran crisis social que produjo el cierre de las minas del carbón en la década del 90 en la zona de Arauco, región del Bío Bío.

Es por lo anterior, que la dependencia energética del exterior, la podemos asociar, a la insolvencia energética que el agotamiento de las minas de carbón trajo consigo para nuestro país.

Lo ocurrido con el fenómeno del “oro negro”, en donde toda una zona se consolidó a partir de una actividad monoproducción y la consecuente crisis que provocó el cierre de las minas, repercutió en un gran conflicto social que hasta el día de hoy hace eco en nuestra sociedad.



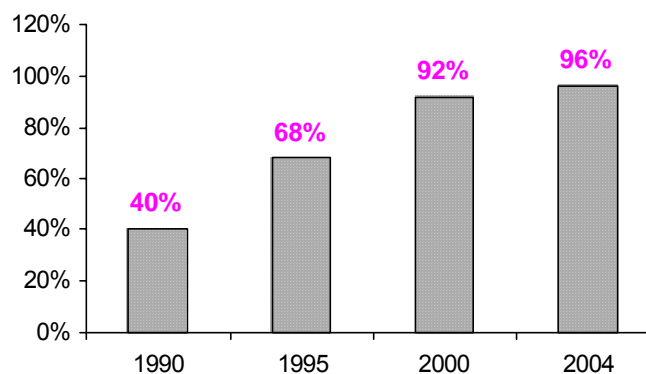
¹⁰ Comentario realizado por Vivianne Blanlot, Ministra de Defensa y ex encargada del tema energético en el Gobierno de Lagos, refiriéndose al tema de la Energía en Chile. Domingo 09 de Abril de 2006.

b. AGONÍA DE UN RECURSO / CRISIS SOCIAL

(Zona del Carbón)

En nuestro país, existe una necesidad concreta de carbón, que al cierre de las minas, fue resuelta con un aumento progresivo de las importaciones para resolver las necesidades existentes de esta materia prima, utilizadas principalmente para generación eléctrica, en las termoeléctricas.

Pocentaje de Carbon Importado



11

Al analizar la historia, se puede observar que debido al éxito económico desatado por la explotación de numerosos yacimientos carboníferos, la zona de Arauco experimento un explosivo crecimiento de la población, lo que derivó en el tiempo, en un desarrollo casi monoproduktivo de una zona, la cual se consolidó a través de generaciones de trabajadores y sus familias que dependían de este mineral.

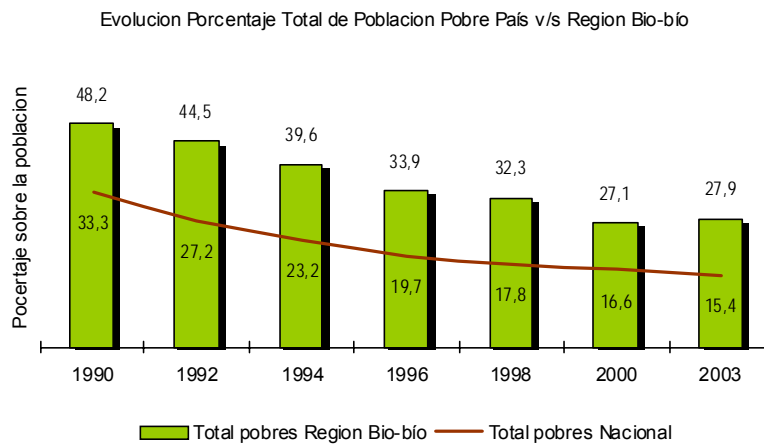
Lamentablemente el proceso de la extracción minera se fue tornando con el tiempo cada vez más inviable, es así como en el año 1990, se realizaron una serie de estudios que verificaron la realidad del carbón, arrojando como resultado que un déficit operacional

¹¹ Gráfico de elaboración propia según publicaciones de la Comisión Nacional de Energía y el Banco Central. Y corresponden a las importaciones a nivel Nacional.



que obligaba el cierre de las minas. Al poco tiempo de esto, la minería del carbón comenzó su proceso de cierre definitivo.

“Como lo confirman las estadísticas oficiales, en la Región del Bío-Bío persiste, por ya más de una década, una situación desfavorable en el ámbito de la generación de empleo y las tasas de cesantía. En la década 1997-2006, el promedio de desempleo regional es 1,03 puntos porcentuales superior al promedio nacional, aspecto que se ha agudizado en los últimos dos años, al promediar 1,6% en 2005 y elevarse esa diferencia a 2,7% en los primeros cinco meses de 2006”¹² (Es decir que la tasa de desempleo en esta localidad supera el 14 %).

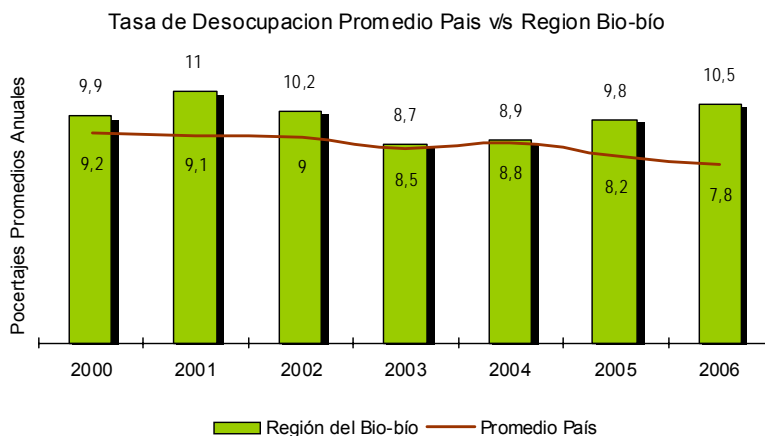


“...la fuerza laboral es superior a la oferta de trabajo existente, de forma más pronunciada que en el resto del país; mantenemos, además, una tendencia al centralismo al interior de la región...”¹³



¹² Plan Regional de Gobierno 2006 - 2010. Región del Bío-Bío. SERPLAC y Gobierno Regional del Bío Bío.

¹³ Plan Regional de Gobierno 2006 - 2010. Región del Bío-Bío. SERPLAC y Gobierno Regional del Bio-Bío. Chile.



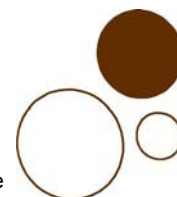
Si revisamos los gráficos anteriores¹⁴ podemos observar que a partir de la década del 90, la región se muestra decaída por bajo de la media nacional, así mantiene altos porcentajes de **desocupación y pobreza** a través del tiempo, que a pesar de que se constata una leve disminución, no se ha podido revertir la tendencia, ambos índices coincidentes con la gran cesantía que provocó el cierre de los yacimientos carboníferos.

“... al analizar las cifras de desocupación de las principales ciudades del país: en el trimestre móvil marzo – mayo 2006, de las cinco ciudades que presentan mayores tasas de cesantía, **cuatro pertenecen a la provincia de Concepción: Lota (16,4%), Talcahuano (14,5%), Concepción (14,4%) y Coronel (13,5%).**”¹⁵

A manera de reflexión se hace necesario entender la dinámica en la cual se produjeron los hechos en el transcurso del tiempo y reconocer los factores que provocaron la crisis, la cual es una característica persistente hasta el día de hoy. A continuación, revisaremos brevemente lo ocurrido en torno al cierre de las minas más emblemáticas de la zona, y que absorbían el mayor porcentaje de la mano de obra. Schwager, Coronel y ENACAR, Lota.

¹⁴ Los gráficos presentados en este capítulo son de elaboración propia según datos extraídos del INE y de Observatorio Urbano.

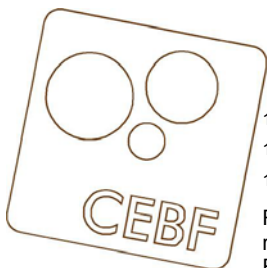
¹⁵ Plan Regional de Gobierno 2006 - 2010. Región del Bío-Bío. SERPLAC y Gobierno Regional del Bío-Bío.





La Mina de Schwager, que hasta esos momentos se constituía como el foco monoproduccivo de Coronel, se cierra entre los años 1992–1993, y es a partir de esta fecha cuando la situación se transforma en una real crisis. La Mina, perteneciente a una empresa privada, no consideró una estrategia de reconversión laboral de sus trabajadores que mitigara los efectos que provocaría el desempleo, esto detono un grave problema social que origino “tomas” de la mina, e incluso conllevó la muerte de algunos mineros, producto del enorme descontento de la población y principalmente la angustia por la perdida de su única fuente laboral.

En su paralelo el cierre de la Mina en Lota, perteneciente a ENACAR¹⁷, fue un proceso mucho más pacífico, paulatino y organizado, ya que los mineros se constituían como empleados del estado, por lo que la aplicación de políticas de reconversión fueron adoptadas como una medida de gobierno, evitando una ruptura que irrumpiera de abrupto en la realidad de todos estos trabajadores dependiente de la minería. Por su parte en Coronel, éste problema social se vio enfrentado por el gobierno solo como un convenio entre partes afectadas (Empresarios v/s Mineros) más que un problema del estado mismo.¹⁸



¹⁶ Schwager. www.coronelb.cl

¹⁷ Empresa Nacional del Carbón S.A.

¹⁸ Basado en entrevista al arquitecto encargado del caso “Zona del Carbón”, Carlos Tondrau, extraído de Reconversión en una ciudad con memoria. Entre mutación y continuidad, condiciones para una reconversión no- mutagénica. Figueroa, Loreto. Seminario de Investigación. Prof. Guía, María Bertrand. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2002.



Con el tiempo han existido intentos por consolidar una **reconversión productiva** en el sector, pero el tema contiene tantas aristas sociales, que se hace muy difícil de abordarlo con éxito. Es por esto que la desocupación y pobreza se han asentado en la zona del carbón, siendo reconocibles con mayor o menor intensidad en las distintas comunas, según el éxito relativo que hayan tenido los planes gubernamentales de reconversión laboral.

¹⁹ <http://www.coronelb.cl/>









CONTEXTO DEL PROBLEMA

“Se trata de un **tema-país**, donde debemos evitar caer en cálculos mezquinos; debemos todos remar hacia el mismo lado... Nuestro deber es lograr aprovechar de **manera sustentable los recursos de que dispone el país y que son parte de nuestra riqueza, para asegurar un adecuado suministro energético.**” ²⁰

La tendencia mundial es asociar el abastecimiento a partir de Energías Renovables como una actitud basada en la sustentabilidad y en las denominadas **energías limpias, que contribuyen al desarrollo local y a la autosuficiencia energética**, esto debido principalmente a que se estructuran en un aprovechamiento de los recursos naturales existentes en un territorio, teniendo una estrategia de protección del medio y no un consumo irresponsable del mismo.

“El gobierno, a través del Ministerio de Energía, está impulsando un ambicioso pero realista Plan de Seguridad Energética... Este Plan, en el mediano y largo plazo, busca **diversificar la matriz energética, lograr mayor autonomía e independencia, de manera armónica con el medio ambiente...** Estamos trabajando activamente para estimular el desarrollo de nuevas fuentes de generación, tradicionales y no tradicionales.” ²¹

²⁰ Intervención de S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, en la inauguración de Seminario Agroenergía – Biocombustibles. Dirección de Prensa, Republica de Chile. Santiago, Chile. Julio 2006.

²¹ Intervención de S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, en la inauguración de Seminario Agroenergía – Biocombustibles. Dirección de Prensa, Republica de Chile. Santiago, Chile. Julio 2006.



a. ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

“Es energía renovable aquella cuyas fuentes se presentan en la naturaleza de modo continuo y **prácticamente inagotable**” ²²

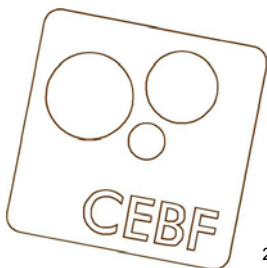
Hoy en día, este tipo de suministro energético, se presenta con una muy baja participación a nivel nacional, pese a que la tendencia mundial indica que el crecimiento va orientado hacia la generación eléctrica a partir de este tipo de energías.

Es necesario hacer mención a que nos referimos con energías renovables no convencionales.

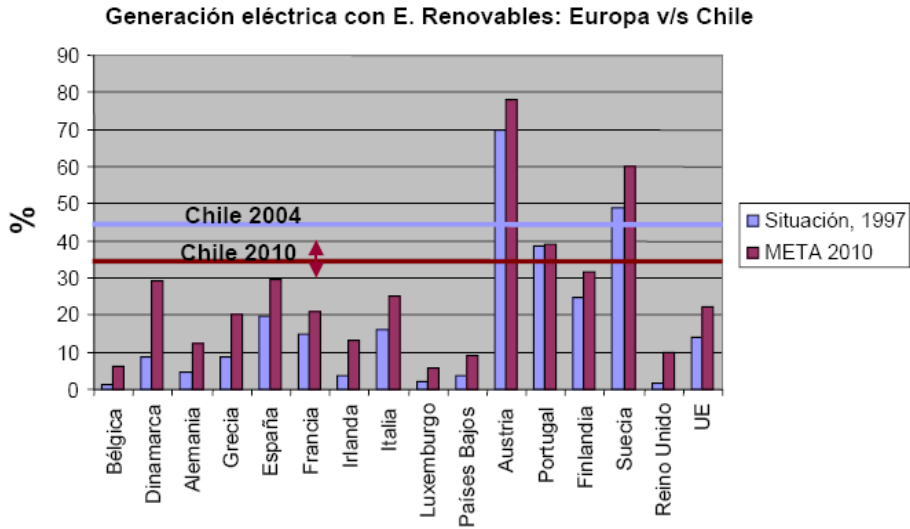
Se definen, entonces, según la Comisión Nacional de Energía como Energías renovables las siguientes:

- Hidráulica (Con una generación igual o menor a los 20 MW (Ley 19.940))
- De la biomasa (materia orgánica)
- Solar
- Eólica
- Geotérmica
- De los océanos: olas, corrientes, mareas.

De acuerdo a esta definición, se entenderá por Energías Renovables No Convencionales (ERNC), el uso de estas energías antes descritas con la combinación de tecnología.



²² Definición de Energía Renovable según el Diccionario de la Real Academia Española.



23

En el grafico anterior se puede observar que entre los años 2004 y 2010 existe un crecimiento promedio de un 15% en la generación eléctrica a partir de energía renovable, en los países europeos. En cambio, en Chile la situación por el contrario, presenta una disminución del orden de un 10% aprox.

“Las energías renovables representan la mayor y mejor fuente de energía para apoyar el desarrollo sustentable del país. Son recursos que, estando disponibles dentro del territorio nacional, lograrán independizar la matriz energética de suministros externos; generarán ahorros en divisas y posibilitarán redireccionar flujos económicos de consumo a desarrollo.”²⁴

Considerando sólo aquellas ERNC con mejores perspectivas de competitividad, una aproximación al potencial técnico con el que se puede contar a nivel nacional es:

Geotermia	→ Miles de MW (¿1200 - 8000?)
Eólica	→ Miles de MW (¿5000 → ?)
Hidráulica < 20MW	→ Cientos, tal vez miles de MW
Biomasa	→ Cientos de MW

²³ Fuente grafico Comisión Nacional de Energía. Chile.

²⁴ Comisión de Energías Alternativas. Colegio de Ingenieros. Publicación Oficial dentro del marco de la preparación de Proyecto País, Gobierno de Michelle Bachelete. 2006.

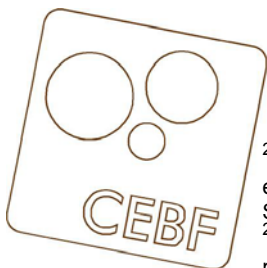


La Comisión Nacional de Energía con cooperación internacional, se encuentra mejorando la evaluación de los potenciales de aquellas ERNC en las cuales el sector privado no está teniendo un rol muy activo. Principalmente eólica y **biomasa** (sólida y biogás).

“... cabe destacar el gran interés por parte de organismos internacionales en fomentar e implementar el uso de nuevas fuentes energéticas en cumplimiento con las medidas y tendencias abordadas en el protocolo de KIOTO. Para estos organismos, **Chile aparece como un lugar interesante para el desarrollo de este tipo de tecnologías considerando una evaluación social de los proyectos.**” ²⁵

Según la Comisión de Energías Renovables ²⁶ las ventajas de desarrollar el uso de energías renovables en Chile son:

- **Disminuir contaminación ambiental y efecto invernadero**, generando mejor calidad de vida a todo el país.
- Lograr **independizar matriz energética** del suministro externo.
- Mayor seguridad nacional
- **Crear nuevas fuentes de trabajo** para nuestros compatriotas.
- Menor transferencia de recursos económicos al exterior por aumento de compras en mercado nacional
- Desarrollar nuevas fuentes de conocimiento en el país.



²⁵ Palma, Rodrigo; Rojas Gabriel; Aranda Eduardo. Historia y perspectivas de la investigación en torno a las energías renovables en Chile 1990-2001. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

²⁶ Comisión de Energías Alternativas. Colegio de Ingenieros. Publicación Oficial dentro del marco de la preparación de Proyecto País, Gobierno de Michelle Bachelete. 2006

- Abrir nuevos mercados de exportación, a través de:
 1. Exportaciones directas: de energía, de tecnologías y nuevos desarrollos para usar energías renovables, de combustibles (H2)
 2. Exportaciones indirectas: se abrirán mercados nuevos para productos chilenos con sello verde, gracias al respeto que gana el país frente a la comunidad internacional por su esfuerzo en disminuir la contaminación; ingresando con mayores ventajas a los países más desarrollados.
- Redireccionar importantes flujos económicos transferidos al exterior, hacia el mercado local.
- Abrir inversión a proyectos de largo plazo con rentabilidad derivadas de uso de recursos existentes y renovables.
- Dar tranquilidad a las nuevas inversiones que se realicen en cuanto a disponibilidad de recursos.

Según Roberto Ipinza, director de Bosques para Chile, dada la importancia estratégica de la energía para el país, se debieran explorar otras alternativas a los combustibles fósiles, como son las energías renovables no convencionales, entre las que se encuentra la biomasa, que tiene gran disponibilidad en Chile.²⁷

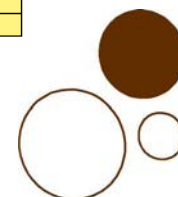
Análisis comparado

Fuente	Renovable	Costo Capital	Costo de Operación	Impacto Ambiental	Factor Seguridad (depende de)	Impacto Visual	Modular
Eólica	Sí	Medio	Mínimo	Mínimo	Medio (Viento)	Bajo	Sí
Solar	Sí	Alto	Bajo	Bajo	Alto (Sol)	Alto	Sí
Hidráulica Embalse	Sí	Alto	Medio	Alto	Alto (Lluvia)	Alto	No
Hidráulica Pasada	Sí	Medio	Bajo	Medio	Alto (Lluvia)	Bajo	Sí
Mareomotriz	Sí	Alto	Bajo	Mínimo	Alto (Mar)	Bajo	Sí
Geotérmica	Sí	Alto	Bajo	Bajo	Alto (Magma)	Bajo	No
Biomasa	Sí	Bajo	Alto	Medio	Alto (Nacional)	Medio	Sí
Hidrógeno	Sí	Bajo	Mínimo	Nulo	Alto (Nacional)	Bajo	Sí
Fósil	No	Bajo	Alto	Alto	Medio (Importado)	Medio	No
Nuclear	No	Alto	Bajo	Alto	Alto (Importado)	Medio	No

28

²⁷ Diario El Sur. Lunes 06 de Noviembre de 2006. Generación con biomasa.

²⁸ Comisión de Energías Alternativas. Colegio de Ingenieros. Publicación Oficial dentro del marco de la preparación de Proyecto País, Gobierno de Michelle Bachelete. 2006



Es importante, entonces, considerar la presente crisis energética, producto de las incertidumbres del abastecimiento de gas natural, sumado al crecimiento constante del precio del petróleo y el déficit de las fuentes energéticas para la generación de energía eléctrica, lo cual **mejora sustancialmente el escenario a la ERNC como fuente alternativa de generación de energía.**

La generación energética bajo estos parámetros se concibe solo a partir de la utilización de los recursos naturales existentes en el territorio, es por esto que es necesario analizar el territorio en el cual se emplazara la propuesta para proponer una alternativa real.

La localización nace a partir de la problemática antes analizada. **Al entender como la crisis energética se relaciona en nuestro país con un importante factor social.** Entonces al existir la posibilidad de generar una alternativa de generación, esta se puede conjugar con una alternativa productiva para las zonas más necesitadas de oportunidades laborales de nuestro país. Todo esto en busca de la diversificación, tanto productiva como energética, la cual otorga al sistema seguridad y estabilidad.

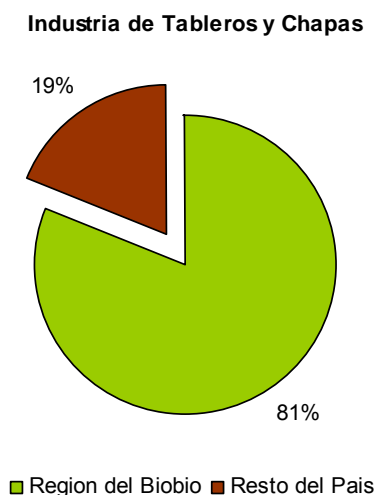


b. REGIÓN FORESTAL

“La Octava Región es una de las principales productoras agropecuarias del país. El 46.4% de las plantaciones forestales nacionales están en la zona. ” ²⁹

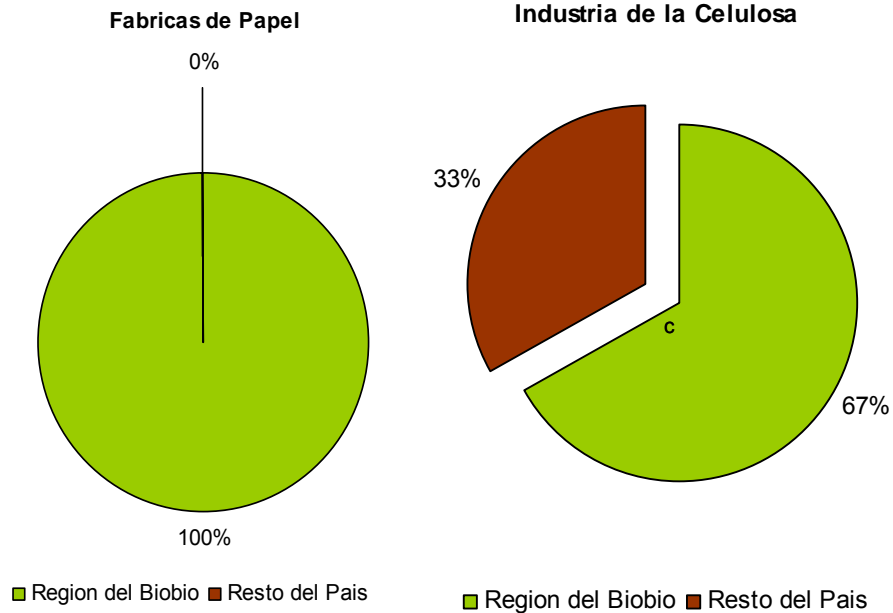
En relación a las actividades productivas de la región, la Región del Bío-Bío es una región fundamentalmente forestal, con una industria de transformación y procesamiento muy fuerte, lo que ha permitido a través del tiempo un aumento y consolidación de este sector dentro de la actividad económica regional y nacional, generado cambios sustanciales en el uso del suelo y en la utilización de tecnologías de producción de vanguardia.

La región es considerada el **centro forestal** más importante del país, por su extensa superficie de patrimonio forestal. El total del territorio corresponde a 3,706 millones de hectáreas, de las cuales: 785 mil están cubiertas con bosque nativo, correspondiendo al 26,9% del territorio regional (5.8% del total nacional), 84 mil hectáreas se hallan protegidas por el SNASPE, equivalentes al 15% del territorio, y 900 mil hectáreas poseen plantaciones, principalmente de Pino radiata y eucalipto, correspondiendo al 39,2% del territorio, restando aún 342 mil hectáreas disponibles para plantaciones forestales con especies comerciales.



²⁹ Instituto Nacional de Estadísticas. www.ine.cl



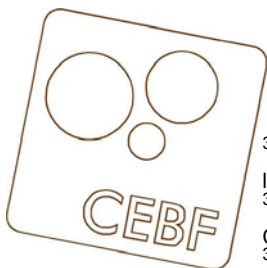


El sector forestal en la zona otorga cerca de 50 mil empleos directos y 100 mil empleos indirectos, abarcando el 76% de las exportaciones forestales a nivel nacional. En relación a las producciones, genera un 70% de la producción nacional de celulosa, un 58% de la producción de madera aserrada, y un 83% de la fabricación de tableros y chapas en el país³⁰.

Superficie de Bosques Artificiales

Tipo de bosque	Regiones / ha					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Plantación Forestal	413.335,5	939.420,2	359.906,2	196.356,6	7.108,8	10,47
Bosque Mixto	12.292,2	38.294,2	19.074,1	15.272,5	914,1	27,02
Total	425.627,7	977.714,4	378.980,3	211.629,1	8.022,9	37,49

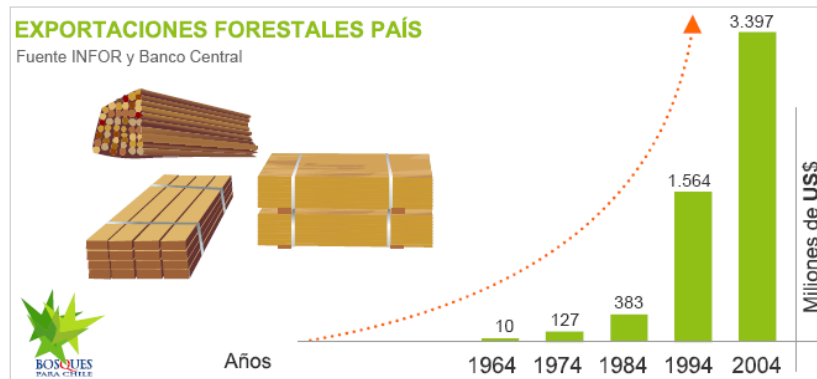
“Hoy el país ha logrado un gran desarrollo en sus exportaciones, las que convierten al sector forestal en el segundo exportador después de la minería, pero es el primero basado en un recurso que se renueva.” ³²



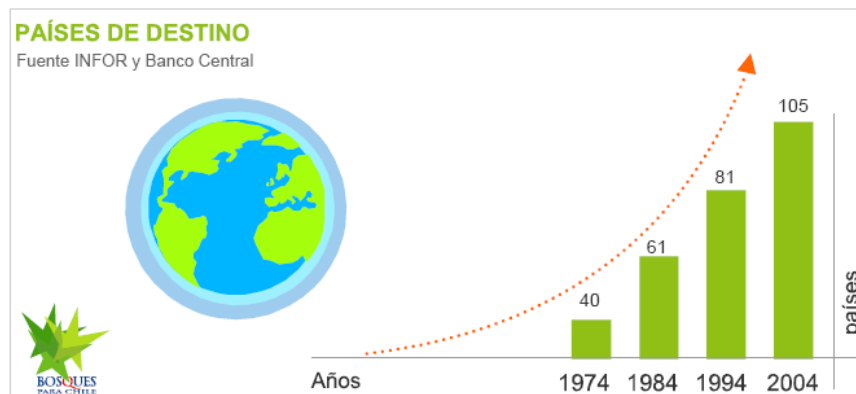
³⁰ Todos los porcentajes y valores utilizados en esta parte fueron extraídos de Las Regiones de Chile ante la Ciencia, Tecnología e Innovación. Programa Bicentenario Ciencia y Tecnología. 2006.

³¹ Fuente del grafico Catastro y Evaluacion de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. CONAF – CONAMA 1999.

³² Bosques para Chile. www.bosquesparachile.cl



“Las exportaciones regionales han crecido un 131% en la última década, pasando de US \$617 a 1.250 por habitante y los principales rubros exportados son: forestales (elaborados y no elaborados) y pesca y, más recientemente, se han incrementado las de otras industrias manufactureras.”³³



El sector forestal, es sin duda entonces, un área importantísima en la economía nacional, ya que mantienen un **crecimiento sostenido**, tanto en los altos ingresos obtenidos gracias a sus exportaciones, como abriéndose mercado en el extranjero, favorecido esto principalmente por los tratados comerciales que el país sostiene con grandes economías extranjeras.

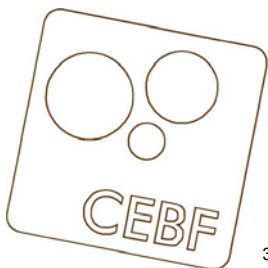
³³ Las regiones de Chile ante la Ciencia, Tecnología e Innovación. Programa Bicentenario Ciencia y Tecnología. 2006.



“La actividad Forestal y de la Madera participa con un 3,8% del PIB Nacional y con el 12% de las exportaciones totales nacionales.”³⁴

“Las posibilidades de la energía basada en biomasa fuera de la UE, en Asia, África, Sudamérica y Centroamérica, son fantásticas. Estos países, que utilizan **residuos de la madera y la agricultura como combustibles, se beneficiarían en gran medida de utilizar sus recursos de biomasa de forma eficaz y no contaminante.** Esto ofrece una oportunidad importante a las empresas europeas.” (Comisión Europea, 2005c: 37-41).

Al realizar el cruce de información entre las energías renovables no convencionales y los recursos existentes en la región del Bío Bio, como localización general del proyecto, a priori destaca el recurso forestal por sobre los otros, constituyéndose en la alternativa de estudio al pensar en una propuesta.



³⁴ Corma Biobio. www.cormabiobio.cl

c. BIOMASA FORESTAL: Un Recurso Energético

“Bosques chilenos pueden ser fuente de energía. Estudios plantean que se podrían generar alrededor de 131 mil empleos permanentes, una cifra superior a la ocupación directa que tiene el sector forestal hoy.

Los bosques participan del 1% de la matriz energética nacional, a través de la utilización de la biomasa para generar energía eléctrica y calórica, según cifras del 2005. Sin embargo, su potencial es muy superior, ya que el año 2011 existirá una disponibilidad total de madera en el país entre 18 y 20 millones de metros cúbicos, una parte de la cual podría ser utilizada con fines energéticos, reflejando la importancia que puede tener el recurso en este ámbito.”³⁵

Desde el descubrimiento del fuego la biomasa ha acompañado al hombre otorgándole energía para calentarse, alimentarse e iluminar sus pasos. No podemos olvidar que la primera luz artificial generada por el hombre fue el resplandor de sus fogatas. Esta dependencia de la biomasa ha permanecido por miles de años, en concreto hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando fue casi totalmente sustituida por el carbón y más tarde por otras fuentes energéticas como el petróleo.

A partir de entonces la reducción del uso de biomasa en los países desarrollados relegó su uso a los países más pobres. Dentro de los países desarrollados, solamente algunos sectores mantuvieron su consumo, principalmente acotado al sector industrial.

Muchas de las aplicaciones que permanecieron en el tiempo, las cuales principalmente mantuvieron su uso energético, terminaron por abandonarse por falta de rendimiento o por los menores costos de otros combustibles convencionales alternativos. Pero las **circunstancias han cambiado en la actualidad**. El alza exponencial de precios de los combustibles fósiles, y las necesidades de autosuficiencia energética, sobre todo los

³⁵ Diario El Sur. Lunes 06 de Noviembre de 2006. Generación con biomasa.



objetivos medioambientales de nuestra sociedad hacen patente la necesidad de volver a utilizar nuestros productos energéticos naturales.

Por otro lado también ha cambiado el estado tecnológico de la biomasa, y esto hace que su uso tenga un alto rendimiento (comparable a los combustibles convencionales) y por tanto con un umbral de rentabilidad económica que en muchos casos supera a las alternativas convencionales (especialmente en aplicaciones térmicas).

Es necesario el definir a que nos referimos al citar la palabra **biomasa**.³⁶ En términos científico se podría decir que la “**biomasa es toda la materia orgánica posible de un aprovechamiento energético**”, y en palabras simples eso es. Sin embargo, este concepto tiene un poder mucho más profundo que ésta breve definición, ya que actualmente, constituye un “**vector energético**”³⁷, es decir, constituye un potencial tanto energético como ambiental que ha permanecido apaciguado principalmente por un factor tecnológico, pero que sin duda, tiene mucho que decir, y esta marcando una pauta a nivel mundial en lo que a sustentabilidad y seguridad energética se refiere.³⁸

Definición de biomasa según la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588:

“**Todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización**”.³⁹

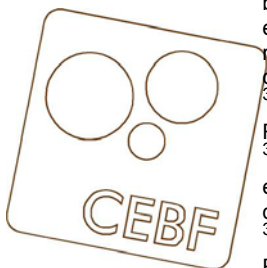
Perteneciente entonces, al grupo de las energías renovables, se presenta la utilización energética de la materia orgánica, la biomasa, dentro de la cual se consideran productos

³⁶ Según la Comisión Nacional de Energía. Chile. Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, bien sea a través de su quema directa o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible... Los usos de la biomasa en aplicaciones energéticas son principalmente la producción de gas, energía calórica (térmica) y energía eléctrica.... Actualmente la biomasa es utilizada en Chile para producir electricidad e inyectarla a la red, mediante plantas de cogeneración eléctrica que aprovechan los residuos energéticos (licor negro, cortezas), de otros procesos industriales tal como la producción de celulosa.

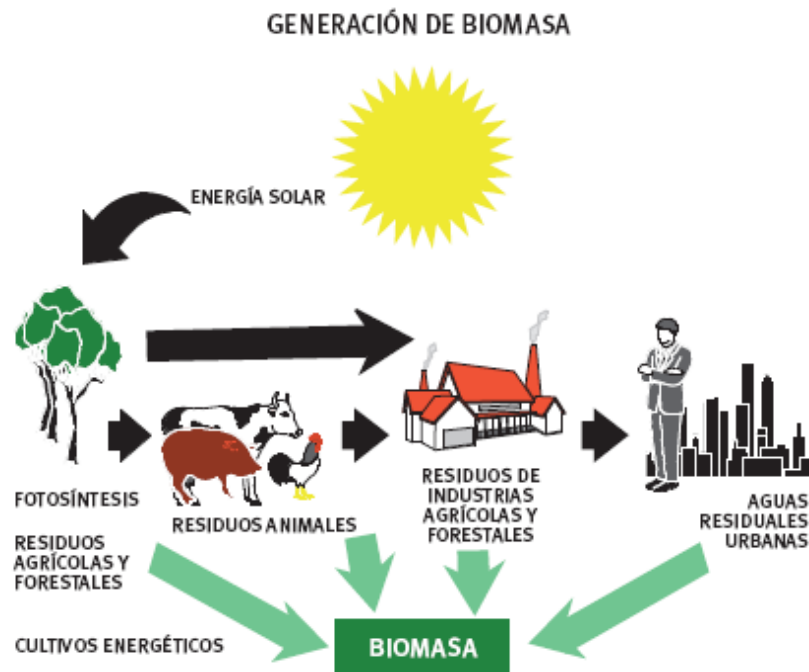
³⁷ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Energía de la Biomasa. Manuales de Energías Renovables. Madrid, España. Enero 2007.

³⁸ Se debe tener presente que las definiciones presentadas para Biomasa, contienen su acepción energética, ya que si nos remitimos a la definición simple de la palabra ésta se constituye como la cantidad de materia viva presente en un medio o en un organismo.

³⁹ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Energía de la Biomasa. Manuales de Energías Renovables. Madrid, España. Enero 2007.



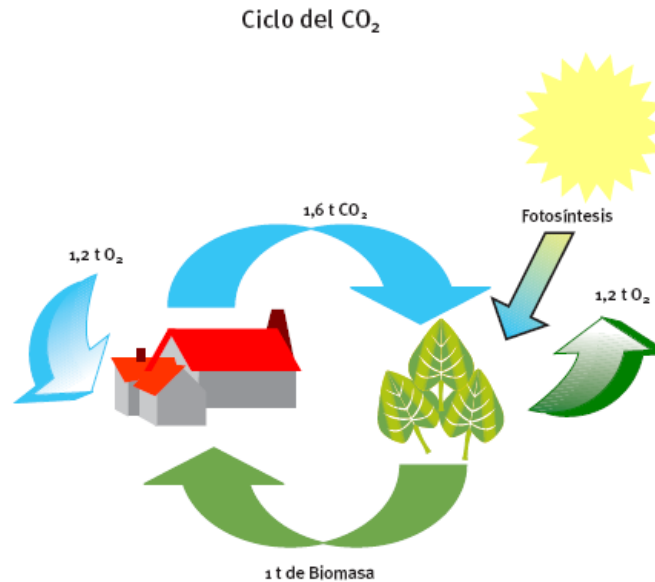
muy diferentes, tales como, los residuos de aprovechamientos forestales y cultivos agrícolas, residuos de podas de jardines, residuos de industrias agroforestales, cultivos con fines energéticos, combustibles líquidos derivados de productos agrícolas (conocidos como biocarburantes o biodiesel), residuos de origen animal o humano, etc., todos estos caben dentro de esta definición y actualmente en distintos lugares del mundo están siendo utilizados en mayor o menor medida con fines energéticos.



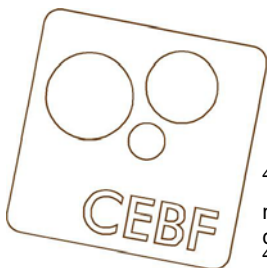
Existe un concepto muy importante que hace definir a la biomasa como un recurso energético renovable y amigable con el medio, es lo que se llama “el balance neutro de la biomasa” en las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), y se refiere a que al hacer la combustión de la biomasa, esta no contribuye al aumento del efecto invernadero, porque el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual (es el que absorben y liberan continuamente las plantas durante su crecimiento) y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el gas o el petróleo, donde todo el carbono liberado permanecía almacenado y no formaba parte de nuestro medio. En otras palabras el carbono liberado por una central de generación, que utiliza como combustible la biomasa, reconstituye un ciclo que nació en la fotosíntesis con la captación de carbono, el cual, se



restituirá en la atmósfera para una nueva captación de la masa vegetal luego de la transformación y consecuente generación energética.⁴⁰



Comparativamente los recursos energéticos fósiles se presentan en desventaja considerable al analizarlos frente a la biomasa como recurso energético. El cuadro que se desarrolla a continuación muestra comparativamente estas diferencias, ventajas y desventajas que la biomasa otorga al utilizarlo como recurso energético.⁴¹

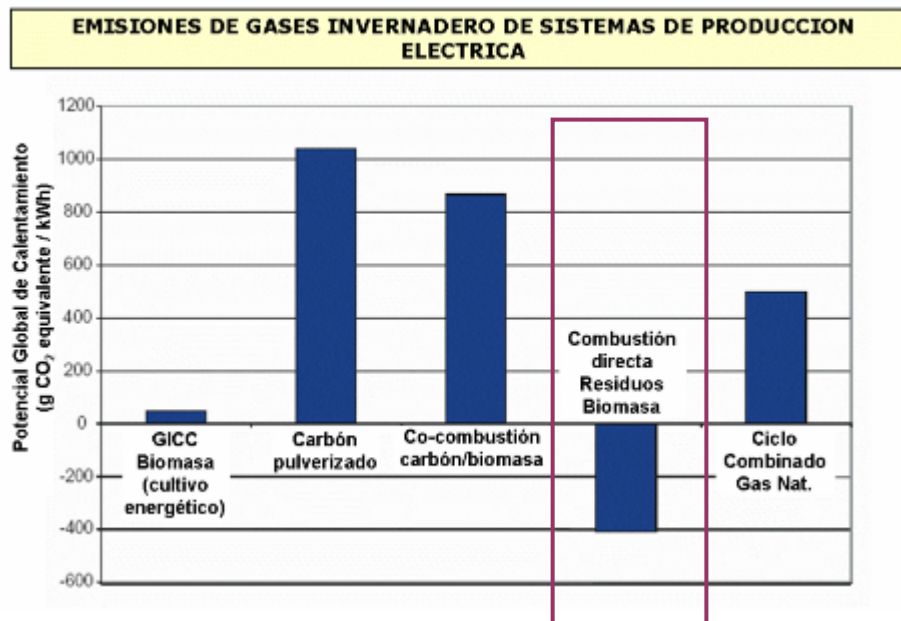


⁴⁰ La energía que contiene la biomasa, es energía solar almacenada a través de la fotosíntesis, proceso mediante el cual, algunos organismos vivos, como las plantas utilizan la energía solar para convertir compuestos inorgánicos (CO₂), que asimilan, en compuestos orgánicos.

⁴¹ Elaboración propia según publicaciones extraídas de IDAE, España.

BIOMASA CONTRA COMBUSTIBLES FÓSILES

Biomasa	Combustibles fósiles
Inagotable	Se agotan
Es abundante	Cada vez hay menos
Precios competitivos y estables	Constante incremento de los precios
Producción local	Importación de la mayoría
Genera puestos de trabajo locales	El beneficio va hacia el exterior
Enriquecimiento local	Endeudamiento local
Es limpia y moderna	Malos olores y riesgo de explosiones
No es perjudicial para el medio ambiente	Riesgo de vertidos altamente contaminantes
Casi nulas emisiones gases nocivos	Altas emisiones de gases nocivos
Emisiones de CO ₂ y CO neutras	Altas emisiones de CO ₂ y CO



42

“Estas ventajas convierten a la biomasa en una de las fuentes potenciales de empleo en el futuro, siendo un elemento de gran importancia para el **equilibrio territorial**, en especial en las zonas rurales”.⁴³

⁴² Grafico extraído de La Energía de la Biomasa en el contexto energético actual. Ollero, Pedro. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. España. Mayo 2006.



	TIPO DE ENERGIA	Costos de Inversion US\$/MW	Costo Total Operación Mills/Kwh	Factor de Planta %	Costo de Generacion Mills/Kwh	Fuente Informacion
No_Convencional	Geotérmica	1.360.000	4,5	90	19-30	CNE- Uchile
	Eólica	1.012.000	6,7	30-33	43-56	CNE- Uchile
	Solar (PV)	4.550.000	7-20	7-15	240-300	US DOE
	Biomasa	1.818.000	3,6-4,7	80-85	65-75	US DOE
Hidráulic	Embalse	998.000	0,7	70	18	CNE
	Pasada	1.320.000	0,7-3	52-75	17-33	CNE
Térmica	Gas (CCC)	629.000	14,1	90	22,6	CNE
	Térmica Carbón	922.000	16,5	75	32,3	CNE
	Térmica Diesel	424.000	80,9	30	81	CNE

44

De los cuadros comparativos anteriores se puede sintetizar que a pesar de que los costos de producción eléctrica, a partir de biomasa, no se constituye como uno de los más económicos, en relación a los costos de inversión y operación comparativamente con las otras formas de generación, si se pueden reconocer numerosas condiciones medioambientales favorables que en presencia abundante del recurso es posible justificar su utilización energética.

Organismos internacionales pertenecientes a la ONU⁴⁵ se han manifestado a favor del uso de este tipo de recursos energéticos, ya que del uso eficiente de la energía de la biomasa - incluidos los residuos agrícolas y las plantaciones de materiales energéticos – se ofrecen como oportunidades de empleo, beneficios ambientales y una mejor infraestructura rural, incluso, incluyen el considerar que el uso eficiente de este tipo de recursos energéticos ayudarían a alcanzar dos de los objetivos de desarrollo del milenio los cuales son, erradicar la pobreza y el hambre y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.



⁴³ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Energía de la Biomasa. Manuales de Energías Renovables. Madrid, España. Enero 2007.

⁴⁴ Elaboración Propia según fuentes citadas.

⁴⁵ Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO) 2006.

Uno de los escenarios potenciales energéticamente en el uso de la biomasa en Chile⁴⁶, es la generación de biodiesel o biocarburantes, con la utilización de los residuos agrarios o posibles plantaciones agrarias energéticas. Esta área ha sido estudiada y proyectada durante el año 2006 por el Ministerio de Agricultura, en el cual se han tomado medidas para la producción nacional de bioetanol con la asociación estratégica brasileña, donde existe basta experiencia el área.

Otra fuente de Biomasa, aunque menos explorada a nivel gubernamental, es el manejo de los cultivos forestales o bosques nativos de un territorio, o los residuos industriales madereros, así se reconoce los **residuos forestales**.⁴⁷

Los **residuos forestales** son producto de los **tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales**, ya sea en defensa de incendios forestales, mejoras de los cultivos, como también los residuos generados el proceso utilizado para la obtención de materias primas para el sector de la industrial forestal. Así los residuos generados de las operaciones de limpieza y poda de los bosques y montes puede ser claramente un recurso energético utilizable, por sus excelentes características combustibles. La complejidad que presentan este tipo de residuos es la dispersión en el terreno, el acceso complejo a lugares lejanos y la variedad de tamaños y composición del material, lo cual, hace disminuir la eficiencia del proceso energético.⁴⁸

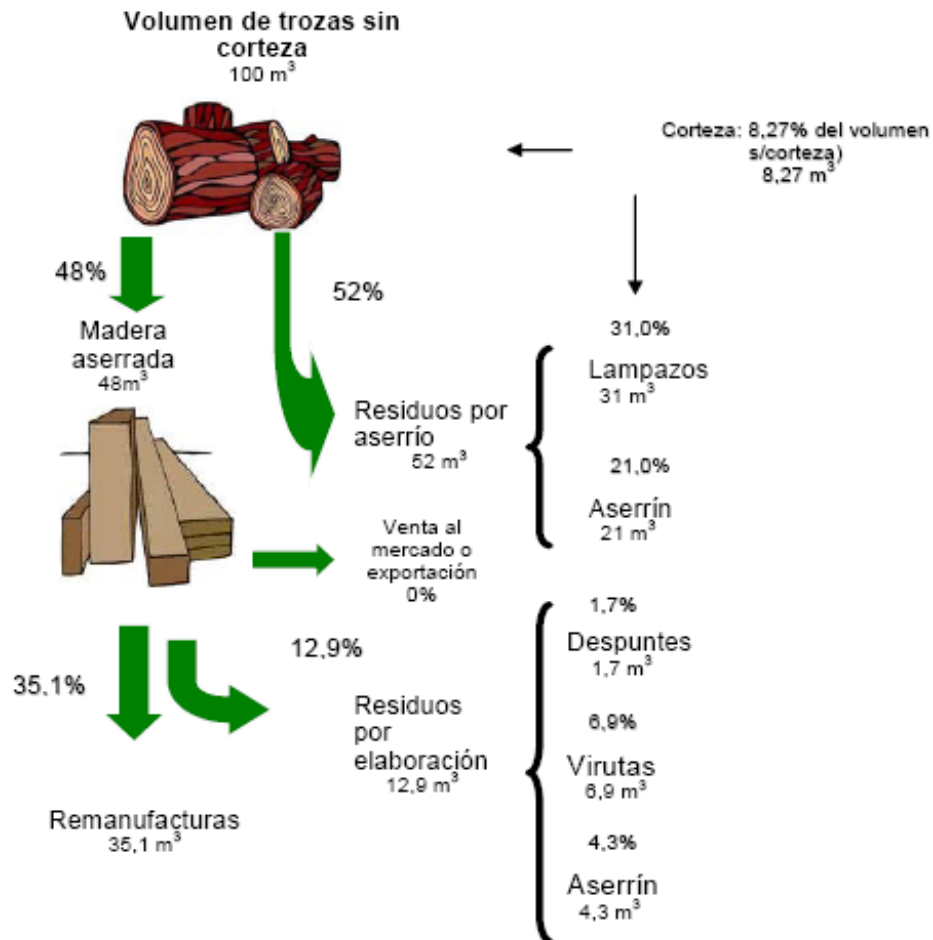
⁴⁶ Los tipos o fuentes de biomasa son expuestos en detalle en el anexo (a)

⁴⁷ Diferenciación y definición de residuos según publicación de IDAE. Madrid, España. 2007

⁴⁸ La maquinaria existente para la generación energética de biomasa forestal, es bastante específica al momento de referirse al tipo y composición de material combustible, así mientras más homogéneo es el material combustible mayor eficiencia energética presenta la planta generadora, otorgando optimizaciones que repercuten tanto a nivel económico como ambiental además de la disminución de los volúmenes de materia prima requeridos.

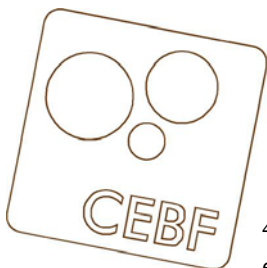


Flujo de producción aserradero permanente con línea de elaboración
Máquina principal: sierra huincha vertical (HV),
(Sin descortezado y astillado)



49

En el gráfico anterior se puede observar que los residuos que genera la industria forestal pueden llegar a sumar el **63% del volumen original**. Es decir, a partir de un árbol, casi dos tercios de este equivalen solo a residuos.



⁴⁹ Esquema extraído del sitio web de INFOR. www.infor.cl. Los porcentajes presentados en este gráfico están aplicados sobre el volumen inicial del árbol sin cortezas.



(Corteza, Lampazo, Despunte, Viruta, Aserrín)

Actualmente existe una utilización industrial de estos residuos, principalmente, plantas de co-generación⁵⁰, las cuales nacen para y por la misma industria forestal, existiendo un ciclo de aprovechamiento mediante el autoconsumo de sus propios desechos, para satisfacer sus propias necesidades energéticas y térmicas, sin embargo, aun existe una gran cantidad de residuos generados que no son aprovechados de manera óptima.⁵¹

Debido a la variedad de desechos forestales del cual se puede disponer, es necesario prever de un proceso de homogenización de la materia prima, para obtener resultados óptimos en la generación energética, sin embargo, esta variable se minimiza al considerar la tecnología existente, que es capaz de potenciar la capacidad de generación.

“Se trata de un **tema-país**, donde debemos evitar caer en cálculos mezquinos; debemos todos remar hacia el mismo lado... Nuestro deber es lograr aprovechar de **manera sustentable los recursos de que dispone**

⁵⁰ Ver Anexo (b) Co-generación.

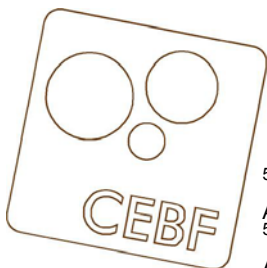
⁵¹ Al producirse una combustión de la biomasa forestal cuando no existen las condiciones técnicas adecuadas, este material produce altas cantidades emisiones contaminantes.



el país y que son parte de nuestra riqueza, para asegurar un adecuado suministro energético.”⁵²

La tendencia mundial es asociar el abastecimiento a partir de Energías Renovables como una actitud basada en la sustentabilidad y en las denominadas **energías limpias, que contribuyen al desarrollo local y a la autosuficiencia energética**, esto debido principalmente a que se estructuran en un aprovechamiento de los recursos naturales existentes en un territorio, teniendo una estrategia de protección del medio más que una estrategia de consumo irresponsable.

“El gobierno, a través del Ministerio de Energía, está impulsando un ambicioso pero realista Plan de Seguridad Energética... Este Plan, en el mediano y largo plazo, busca **diversificar la matriz energética, lograr mayor autonomía e independencia, de manera armónica con el medio ambiente**... Estamos trabajando activamente para estimular el desarrollo de nuevas fuentes de generación, tradicionales y no tradicionales.”⁵³



⁵² Intervención de S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, en la inauguración de Seminario Agroenergía – Biocombustibles. Dirección de Prensa, Republica de Chile. Santiago, Chile. Julio 2006.

⁵³ Intervención de S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, en la inauguración de Seminario Agroenergía – Biocombustibles. Dirección de Prensa, Republica de Chile. Santiago, Chile. Julio 2006.

05 



CONTEXTO OPERACIONAL

El presente capítulo se presenta como el desarrollo de toda la información necesaria para llegar a la acotación específica del terreno y la elección de éste.

α. INFORMACIÓN GEO - REFERENCIADA:

Industria Maderera

Para evaluar la factibilidad técnica de un proyecto sustentable es necesario comprobar la existencia de potenciales focos que proporcionen el abastecimiento de materia prima necesaria. Es por lo anterior que a continuación se detalla la localización e información de los principales focos productivos pertenecientes a la industria maderera en la región del Bío-bío. Este ejercicio resulta ser solo una referencia para evaluar la disponibilidad de materia prima en la región, ya que únicamente serán consideradas las empresas más grandes, existiendo una amplia gama de medianas y pequeñas empresas que también se encuentran en la zona y que potencialmente también podrían ser puntos de abastecimiento de materia prima.

Las distancias expuestas a continuación son las correspondientes entre la industria y el puerto de Coronel, principalmente por ser el puerto con mayor solides existente en la “zona del carbón” con un 90% de salida de productos forestales.





	Propietario	Nombre	Cáp. Ton/año	Dist. Puerto
C	Arauco	Planta Nueva Aldea	856.000	91 Km.
C3	Arauco	Planta Arauco	747.000	29 Km.
C5	CMPC	Celulosa Planta Laja	340.000	172 Km.
C6	CMPC	Celulosa Planta Santa Fe	349.000	120 Km.
C7	CMPC	Celulosa Planta Pacifico	460.000	200 Km.





	Propietario	Nombre	Cáp. m3/año	Dist. Puerto
A4	Arauco	Aserradero Ceolemu	80.000	100 Km.
A5	Arauco	Aserradero Itata	500.000	100 Km.
A6	Arauco	Aserradero Cholguan	300.000	150 Km.
A7	Arauco	Aserradero Escuadrón	100.000	200 Km.
A8	Arauco	Aserradero Horcones	330.000	29 Km.
A9	Arauco	Aserradero Horcones 2	249.000	29 Km.
A10	Arauco	Aserradero Colorado	340.000	42 Km.
A11	Arauco	Aserradero La Araucana	130.000	78 Km.
A13	CMPC	Bucalemu	400.000	120 Km.
A14	CMPC	Nacimiento	430.000	130 Km.
A15	CMPC	Mulchen	240.000	200 Km.
A16	F. Tromen	Tromen	120.000	20 Km.
A17	JCE	JCE	180.000	180 Km.
A18	Arauco	Planta Nueva Aldea	395.000	91 Km.





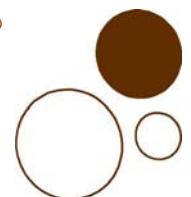
	Propietario	Nombre	Cáp. M3/año	Dist. Puerto
T1	Arauco	Itata	210.000	100 Km.
T2	Arauco	Cholguan MDF Hardboard	454.000 60.000	150 Km.
T3	Arauco	Planta Terciado	355.000	29 Km.
T4	Masisa	Planta Cabrero	167.000	114 Km.
T5	Masisa	Chiguayante	90.000	52 Km.
T6	Masisa	P. Mapal Aglomerado Fibras	160.000 120.000	21 Km.
T7	Tulsa	Planta Colcura	84.000	20 Km.
T12	Arauco	Planta Nueva Aldea	240.000	91 Km.





	Propietario	Nombre	Cáp. M3/año	Dist. Puerto
R2	Arauco	Remanufactura Cholguan	56.000	150 Km.
R3	Arauco	Remanufactura Horcones	110.000	29 Km.
R5	CMPC	Remanufactura	100.000	156 Km.
R6	Terranova	Reman. Terranova Chillan	45.000	146 Km.
R7	Terranova	Reman. Terranova Cabrero	45.000	114 Km.
R8	Foraction Chili	P. Ind. Coronel Davison Chile	45.000	20 Km.
R9	Foraction Chili	P. Ind. Curalinahue	Sin info.	58 Km.

La información anteriormente presentada demuestra la existencia concreta, en toda su amplia gama de producción, de la industria forestal y maderera, en un radio promedio de 98 kilómetros a la redonda del puerto de Coronel.



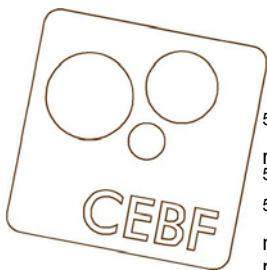
Si producimos el cruce de información entre las capacidades de producción y la cantidad de residuos generados por cada tipo de industria podemos cuantificar de manera precisa de cuanta materia prima se dispone a priori.

El cuadro que se muestra a continuación se divide en tres columnas que señalan el porcentaje de residuos aplicados en cada tipo de industria. Además se han agrupado en filas independientes todas las empresas pertenecientes a Arauco (primera fila) y a CMPC (segunda fila) por ser las grandes familias forestales. En las últimas dos filas se han puesto agrupadas las empresas más grandes no pertenecientes a ninguna de estas dos grandes familias, considerándolas como “independientes”.

Del cuadro se puede reconocer que pertenecientes a la familia Arauco + CMPC se generan alrededor de 4 millones de m³ anuales de residuos, los cuales, no se incluirán como materia prima disponible, esto debido a que estas empresas tienen sus propias plantas de generación (Arauco Generación y Energía Verde), las cuales **autoabastecen** sus procesos industriales, los que requieren altas cantidades de electricidad y energía térmica. A pesar de que estas empresas no logran consumir toda su materia prima disponible, la dejaremos a un lado como estrategia de proyecto.

Una de las decisiones de dejar a un lado el abastecimiento de materia prima de las “grandes familias forestales”, es fortalecer la PYMEs nacional, ya que como este residuo tendrá un valor comercial se genera un ingreso extra para estas empresas a partir del desecho industrial.

Entonces la disponibilidad de materia prima constituye **434.227 m³/anuales**⁵⁴ lo que equivale a **327.670 Toneladas/año**⁵⁵, la cual se utilizara como referencial ya que esta cifra se multiplica al considerar todas las pequeñas y medianas empresas que no fueron consideradas en el ejercicio.⁵⁶



⁵⁴ En el capítulo de definición se especificara a cuanta energía equivale esta cantidad de metros cúbicos de residuos madereros.

⁵⁵ Conversión realizada con datos extraídos de INFOR.

⁵⁶ Algunos autores aprueban y refuerzan la utilización de los desechos forestales producidos por el bosque nativo como parte de la estrategia de manejo forestal, lo cual se podría añadir a la materia prima disponible para una potencial generación eléctrica.

ARAUCO			CMPC			F. TROMEN			JCE		
NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO
A. CEOLEMU	80.000	86.667	BUCALEMU	400.000	433.333	TROMEN	120.000	130.000	JCE	180.000	195.000
A. ITATA	500.000	541.667	NACIMIENTO	430.000	465.833						
A. CHOLGUAN	300.000	325.000	MULCHEN	240.000	260.000						
A. ESCUADRON	100.000	108.333									
A. HORCONES	330.000	357.500									
A. HORCONES 2	249.000	269.750									
A. COLORADO	340.000	368.333									
A. LA ARAUCANA	130.000	140.833									
PLANTA NUEVA ALDEA	395.000	427.917									
TOTAL	2.424.000	2.626.000	TOTAL	1.070.000	1.159.167	TOTAL	120.000	130.000	TOTAL	180.000	195.000

ASERRADEROS 52% RESIDUOS

ARAUCO			CMPC			MASISA & TERRANOVA			TULSA		
NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO
ITATA	210.000	28.636				PLANTA CABRERO	167.000	22.773	PLANTA COLCURA	84.000	11.455
CHOLGUAN HARDBOARD	514.000	70.091				CHIGUAYANTE	90.000	12.273			
PLANTA TERCIADO	355.000	48.409				P. MAPAL AGLOMERADO	280.000	38.182			
PLANTA NUEVA ALDEA	240.000	32.727									
TOTAL	1.319.000	179.864	TOTAL	0	0	TOTAL	537.000	73.227	TOTAL	84.000	11.455

TABLEROS 12% RESIDUOS

ARAUCO			CMPC			MASISA & TERRANOVA			FORACTIONS CHILI		
NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO	NOMBRE	RESIDUOS M3/ANO	RESIDUOS M3/ANO
R. CHOLGUAN	56.000	7.636	REMANUFAC	100.000	13.636	P. IND. CORONEL	45.000	6.136	R. CHILLAN	45.000	6.136
R. HORCONES	110.000	15.000				P. IND. CURANILAHUE	45.000	6.136	R. CABRERO	45.000	6.136
TOTAL	166.000	22.636	TOTAL	100.000	13.636	TOTAL	90.000	12.273	TOTAL	90.000	12.273

REMANUFACTURA

TOTAL ARAUCO + CMPC		TOTAL OTRAS	
PRODUCCION	5.079.000	PRODUCCION	1.101.000
RESIDUOS	4.001.303	RESIDUOS	434.227



b. LOCALIZACION: Coronel

La elección de Coronel como emplazamiento del proyecto, responde a todo lo revisado anteriormente, tanto a factores técnicos como sociales.

Constituirse como un punto de salida de productos forestales y la existencia, como ya revisamos, de una amplia industria maderera en sus alrededores, consolida como un eje central al activo puerto de Coronel.

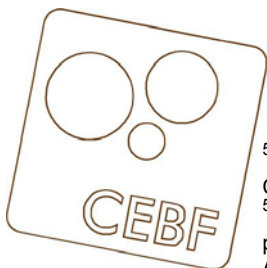
Por otro lado, al existir la necesidad de re-activar alternativas productivas para ayudar a una comunidad que ha sobrevivido los últimos 15 años en condiciones de pobreza y desempleo, favoreciendo además la reactivación económica de centros más pequeños, potenciando el descentralización de la región.

“...la fuerza laboral es superior a la oferta de trabajo existente, de forma más pronunciada que en el resto del país; mantenemos, además, una tendencia al centralismo al interior de la región...”⁵⁷

Sin embargo, existen además, otros factores particulares de la comuna que favorecen aun más que éste lugar sea el escogido como el emplazamiento del proyecto, los cuales revisaremos a continuación.

“...Tal es el caso de la ciudad de Coronel. Ciudad mono productiva que a lo largo de su historia, no parece haber sabido responder a las dinámicas impuestas a las que se han visto sometidas sus estructuras.

Desfase que hoy ha producido un quiebre entre el artefacto y sus habitantes”⁵⁸



⁵⁷ Plan Regional de Gobierno 2006 - 2010. Región del Bío-Bío. SERPLAC y Gobierno Regional del Bío-Bío. Chile.

⁵⁸ Figueroa, Loreto. Reconversión en una ciudad con memoria. Entre mutación y continuidad, condiciones para una reconversión no- mutagénica. Seminario de Investigación. Prof. Guía, María Bertrand. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2002.

La ciudad de Coronel contiene intrínseco el apellido de “ciudad minera”, pese a que hoy en día esta actividad constituye prácticamente historia. Bajo este escenario uno de los problemas es, que como sociedad, no hemos sido capaces de liberar a este territorio de una actividad que se constituyó como un importante foco de desarrollo para el país. Lo paradójico de todo esto es que hasta el día de hoy existen dependencias del carbón, manteniendo latente una actividad que más bien agoniza y que ha dejado marcas de desocupación y actual pobreza en la población.

Hoy en día, la ciudad de Coronel continúa dependiendo productivamente a base de la empresa privada, es así como el Puerto se ha constituido en un punto estratégico, consolidándose como la puerta de salida hacia el extranjero de la Industria Forestal. Sin embargo, esta no es la única actividad productiva reconocible en la zona, ya que la actividad energética, consolidada tiempo atrás por la extracción carbonífera, continúa hasta el día de hoy, principalmente a base de carbón importado.

La presencia de una de las principales Termoeléctricas del país (Bocamina) y la construcción de una nueva (Bocamina II)⁵⁹, perfila a esta comuna como un productor energético nacional, motivado principalmente por la actual crisis de seguridad energética.

Es preciso, nuevamente, cuestionar el escenario en el cual se plantean estos puntos de generación eléctrica, ya que como hemos revisado, en nuestro país se ha desvanecido la capacidad de producir la materia prima necesaria para sostener estas termoeléctricas, las cuales sin embargo, pareciesen ignorar la dependencia energética de abastecimiento exterior que producen estas estrategias, tornando cuestionable hacia que punto de la seguridad energética avanza el país, si hacia una seguridad de suministro o hacia una seguridad de sustentabilidad del sistema energético nacional.

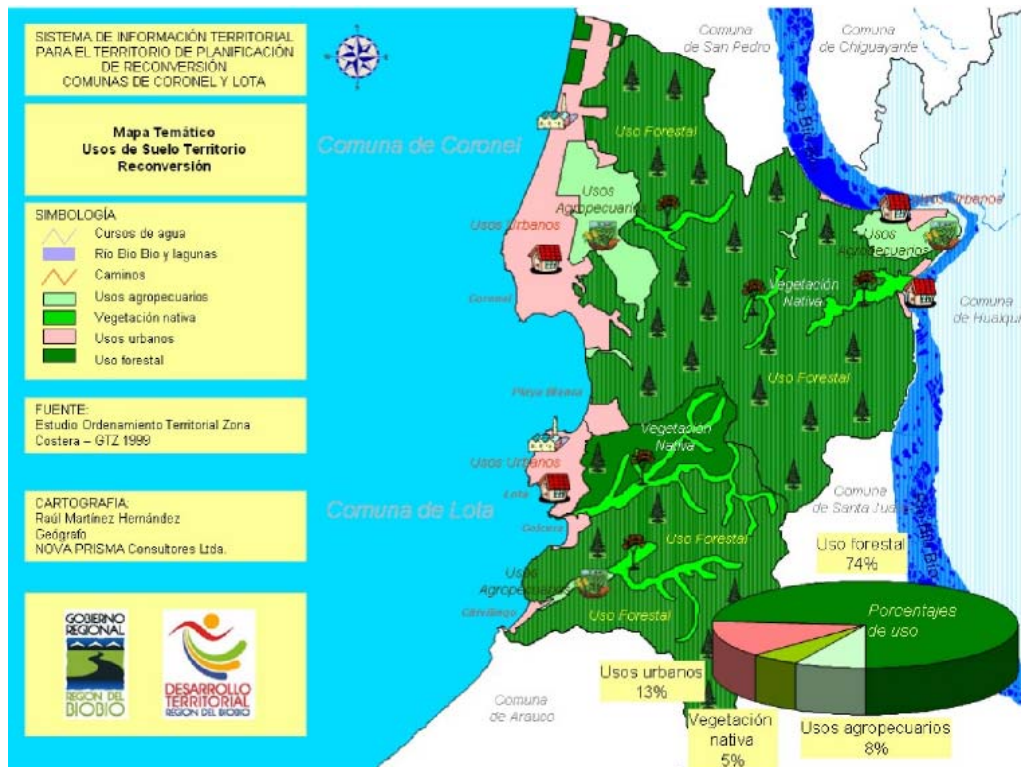
Existe, por otro lado, un Sistema de Reversión territorial en Coronel y Lota, que se está implementando a través del Gobierno Regional y local, que tiene como objetivos tener una

⁵⁹ En una conversación realizada en junio del 2007 con el Arquitecto Urbanista de la Municipalidad de Coronel (Jaime Ulloa) menciona la tramitación municipal de 4 (cuatro) nuevas centrales termoeléctricas a base de carbón en la comuna, además de la ya permitida Bocamina II. Esto deja en evidencia el presente interés por la localización de centrales generadoras de electricidad en la zona. Constituyendo un perfil energético direccionado principalmente por el mercado, debido al carácter industrial de la comuna y el fácil acceso del carbón importado a través del puerto.



herramienta sólida que fundamente las áreas de intervenciones y posibles focos de desarrollo de la zona, el cual intenta articular a todos los agentes comprometidos para obtener mejores resultados.

Este Sistema ha arrojado que productivamente la zona debiera cambiar su uso de suelo explotando al máximo su uso forestal. Así la zona se consolida productivamente, actual y en proyección futura, a partir de un recurso natural reconocido y potenciado a nivel nacional.⁶⁰



⁶⁰ Toda la Información con la implementación y desarrollo de este sistema se encuentra publicado en Internet en el sitio www.ota.cl/sit-reconversión.

i. CORONEL: Datos estadísticos

Coronel es una comuna ubicada 30 kilómetros al sur de la ciudad de Concepción. Limita con el golfo de Arauco hacia el oeste y con la Cordillera de Nahuelbuta por el este, constituyéndose imponentes límites naturales; hacia el norte limita con la comuna de San Pedro de la Paz y Hualqui; y por el Sur con Lota y Santa Juana.

El clima de la Comuna es de corte mediterráneo templado, del tipo de la Cordillera de la Costa con amplitud térmica moderada. Las precipitaciones en un año normal alcanzan su punto más alto en el mes de Junio, con 357,20 mm, siendo el promedio anual de 1.328,80 mm.

Los vientos reinantes son del este – oeste, oeste – este, con cambios de dirección entre el día y la noche por la presencia inmediata del océano pacífico y la Cordillera de Nahuelbuta lo que produce cambios de presión según la variación de temperatura, existe una pequeña tendencia a la dirección sur en condiciones climáticas normales, sin embargo, también son reconocidos los fuertes vientos nortes, como vientos de mal tiempo. La velocidad promedio corresponde a 16 nudos.

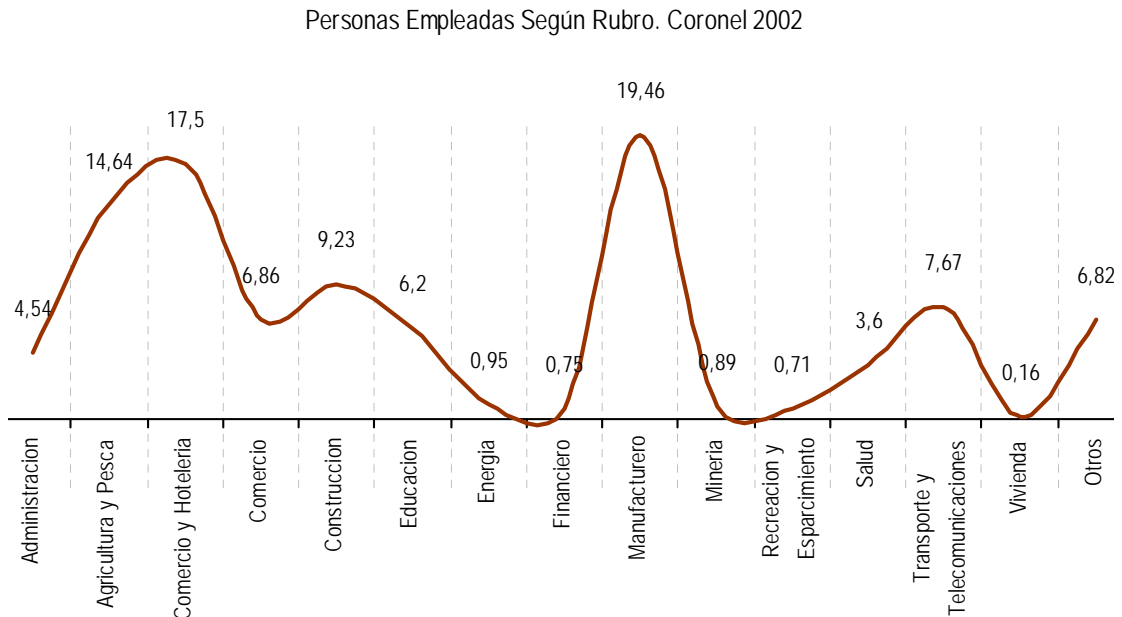
Es una comuna con una superficie de 279,4 km² y con una población estimada en 103.168 habitantes (2005), donde la población urbana corresponde a 90.757 habitantes (2002). En la distribución etaria, presenta un 55,52% de población en edad productiva, con un crecimiento intercensal del 1,4% según los datos publicados en Observatorio Urbano⁶¹

Población Coronel		Año
Población según edad 0 a 5 años	9,52 %	2002
Población según edad 6 a 11 años	11,75 %	2002
Población según edad 12 a 18 años	13,40 %	2002
Población según edad 19 a 59 años	55,52 %	2002
Población según edad mayor a 60	9,80 %	2002
Tasa de crecimiento intercensal	1,38 %	2002

⁶¹ Web de la División de Desarrollo Urbano, dependiente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. www.observatoriourbano.cl. Todos los datos y cuadros mostrados en esta sección son de elaboración propia según datos publicados en la página Web antes nombrada.

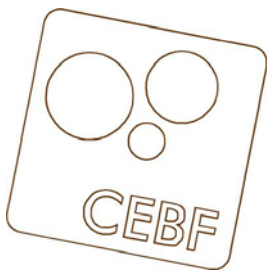


La participación en fuerza de Trabajo total en la comuna, corresponde al 32,82 % y la distribución porcentual de las personas empleadas según rubro se detallan a continuación.



Considerando que las tasas de desempleo han sido por una parte las que influyeron en la elección de la comuna, vemos que se desarrolla casi igualmente en sus valores absolutos tanto para hombres como para mujeres sumando un 15,96 % (2002).

Desempleo Coronel	Tasa	Año
Hombres	16,35 %	2002
Mujeres	15,96 %	2002
Total Desempleo comunal	15,96 %	2002

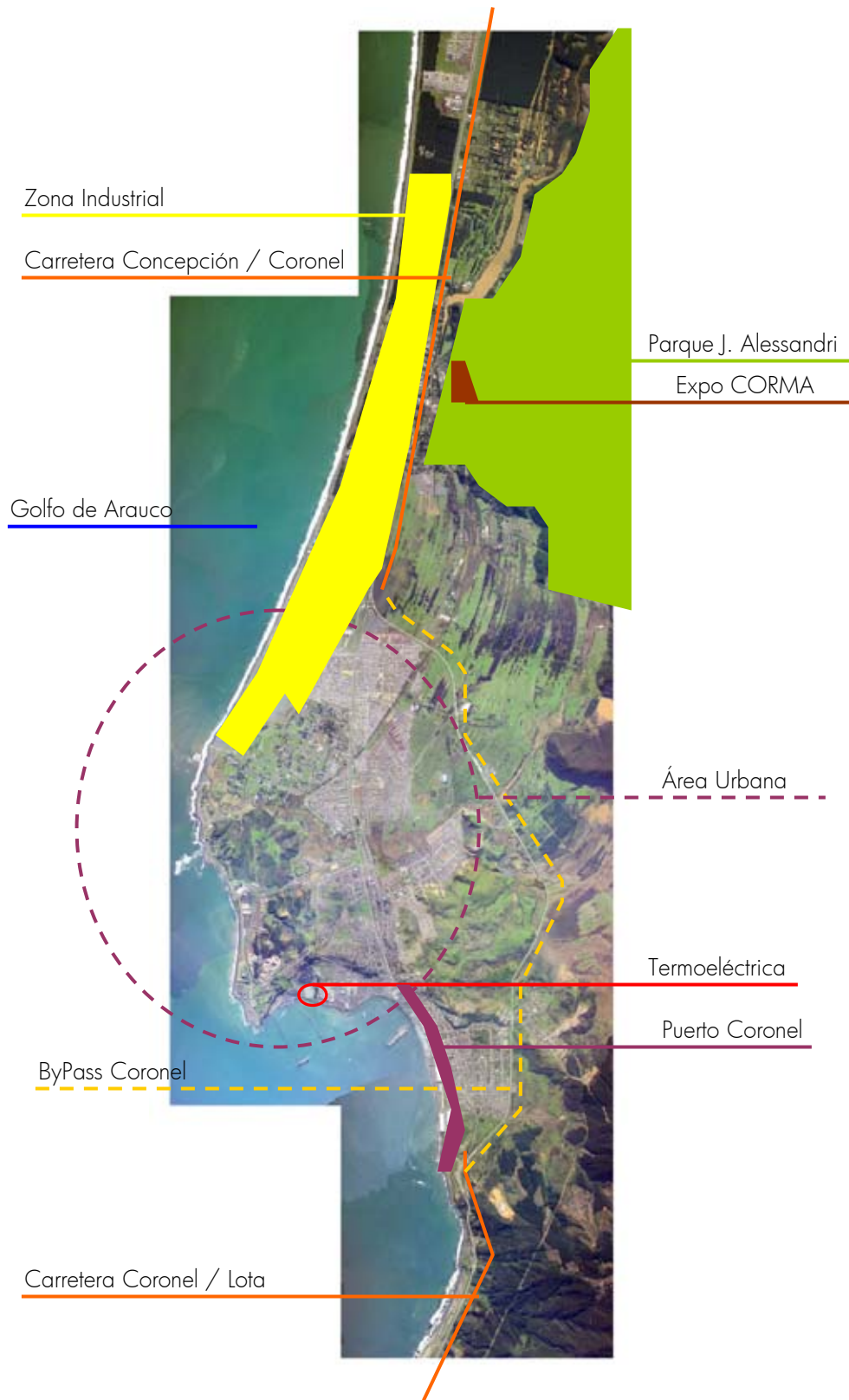


c. APROXIMACION AL TERRENO

En la elección del terreno fueron consideradas variables como las de accesibilidad de la materia prima, relación con el entorno y evitar contaminar con un factor industrial las zonas residenciales de la comuna, además de la factibilidad técnica de insertar una nueva planta generadora de electricidad en la zona.

A continuación se mostrara un esquema simplificado de la ubicación de los puntos estructurantes de Coronel.





El criterio de emplazamiento utilizado, fue la búsqueda de un terreno con buena accesibilidad, no invasivo en sectores residenciales o de protección, por ser un proyecto industrial, y por ultimo, algún valor agregado que el emplazamiento pudiese aportar en la estrategia de proyecto.

Por otro lado, la factibilidad técnica / económica obliga a que desde un punto de generación eléctrica hasta una Subestación eléctrica no haya más de un kilómetro aproximado de distancia. Por lo cual, dentro de la estrategia de localización se identificaron las subestaciones ubicadas en la zona y se trazo un radio de 1 kilómetro a la redonda en cada una de ellas. Con esta información se realizo la visita al terreno en busca de algún emplazamiento.

Identificadas las cuatro subestaciones existentes en la comuna, se realizaron las visitas correspondiente, existiendo una zona que resulto interesante inmediatamente reconocido los elementos que lo conformaban. De esta manera el terreno escogido se encuentra dentro del siguiente perímetro:





El terreno seleccionado como óptimo para la ubicación de este proyecto se encuentra al norte de la zona urbana de Coronel, frente al Parque Industrial Escuadrón II, colindante a la carretera de acceso, siendo éste el eje que vincula toda la costa del Golfo de Arauco. El terreno a su vez colinda con la calle de acceso al Parque Educativo Maderero Jorge Alessandri y a la Expo CORMA.

El Parque Educativo Jorge Alessandri es financiado y mantenido por CMPC quien a través de éste parque se vincula con la comunidad a partir del perfil educativo que acá se presenta, principalmente, en relación a las formas de cultivo y protección ambiental que esta empresa realiza como parte de su política.



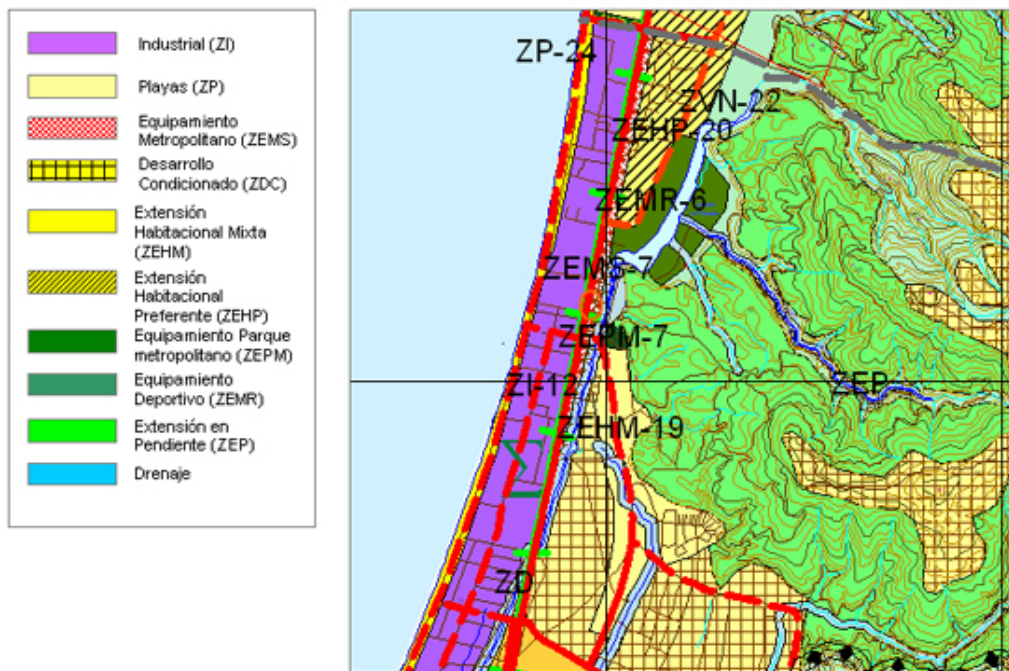
El emplazamiento del proyecto dentro de la triada que produce el Parque J. Alessandri y la Expo-Corma, se configura como un polo atractivo para producir una conciencia y

3. **Industrial:** Sólo almacenamiento, acopio y talleres, inofensivos y molestos con impactos mitigados.

4. **Habitacional:** vivienda unifamiliar necesaria para el funcionamiento de las actividades descritas y eventualmente conjuntos habitacionales

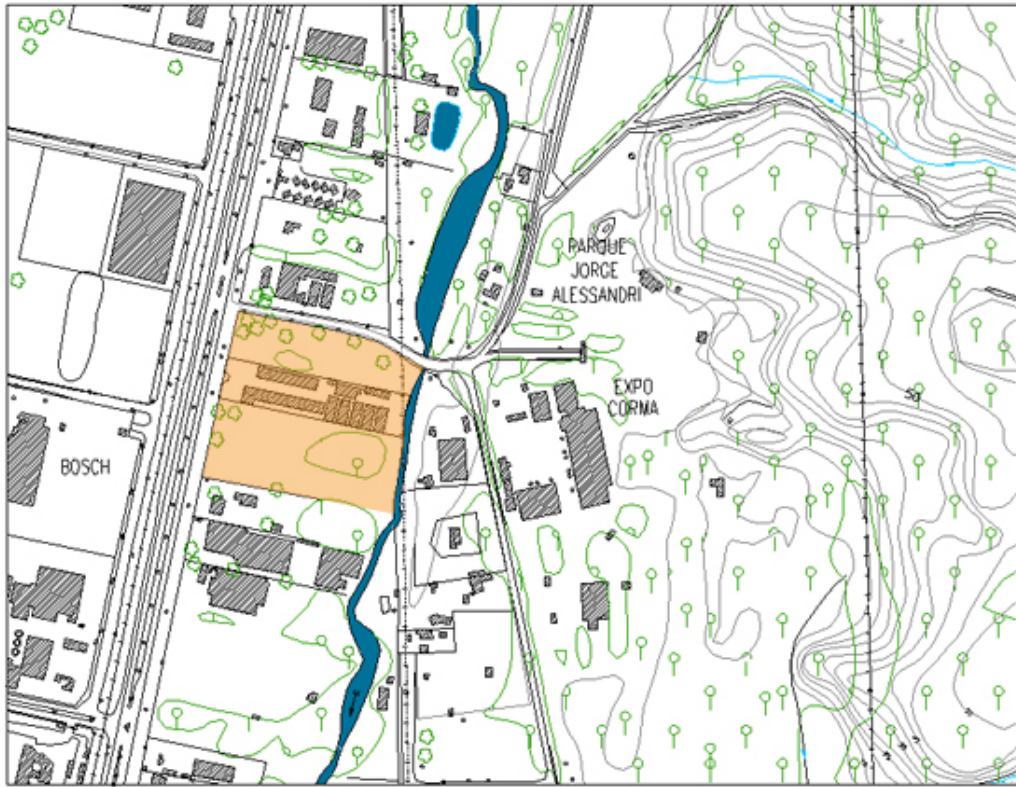
ARTÍCULO 3.4.26.- Las condiciones de ocupación de suelo, mientras no se confeccionen o modifiquen los instrumentos de planificación de nivel local, son las siguientes:

- Subdivisión predial mínima = 500 m²
- Coeficiente máximo de ocupación de suelo = 0,7



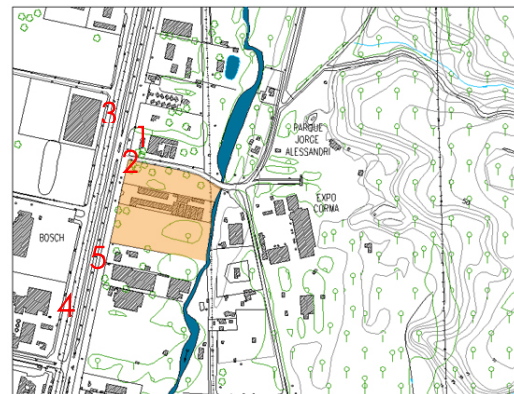
El terreno corresponde a tres predios, pertenecientes a privados, de los cuales dos de ellos se encuentran vacíos, siendo el tercero una pequeña industria deteriorada y con escaso valor arquitectónico y constructivo, además de encontrarse actualmente con una actividad productiva mínima.





La superficie total corresponde a 3,5 hectáreas aproximadamente.

A continuación revisaremos las principales vistas del lugar:





1.



2



3



4



5





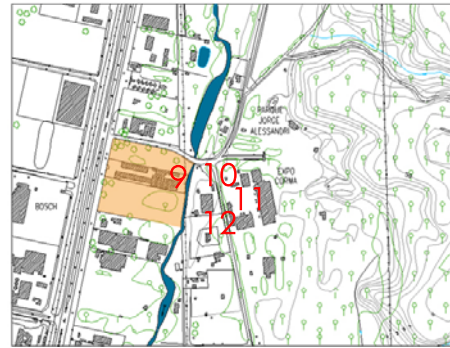
6



7

8





9

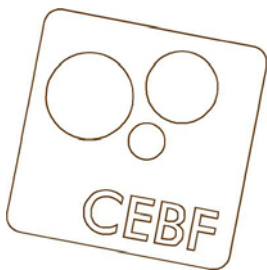
10



11



12







ESTRUCTURA DE REQUERIMIENTOS

Para poder generar una propuesta es necesario revisar la información técnica que refiere a la creación de una central energética de biomasa forestal, entendiendo las tecnologías y procesos. Además de revisar algunas referencias que ejemplifican como se ha resuelto arquitectónicamente este programa en el extranjero.

a. TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES: Biomasa Forestal

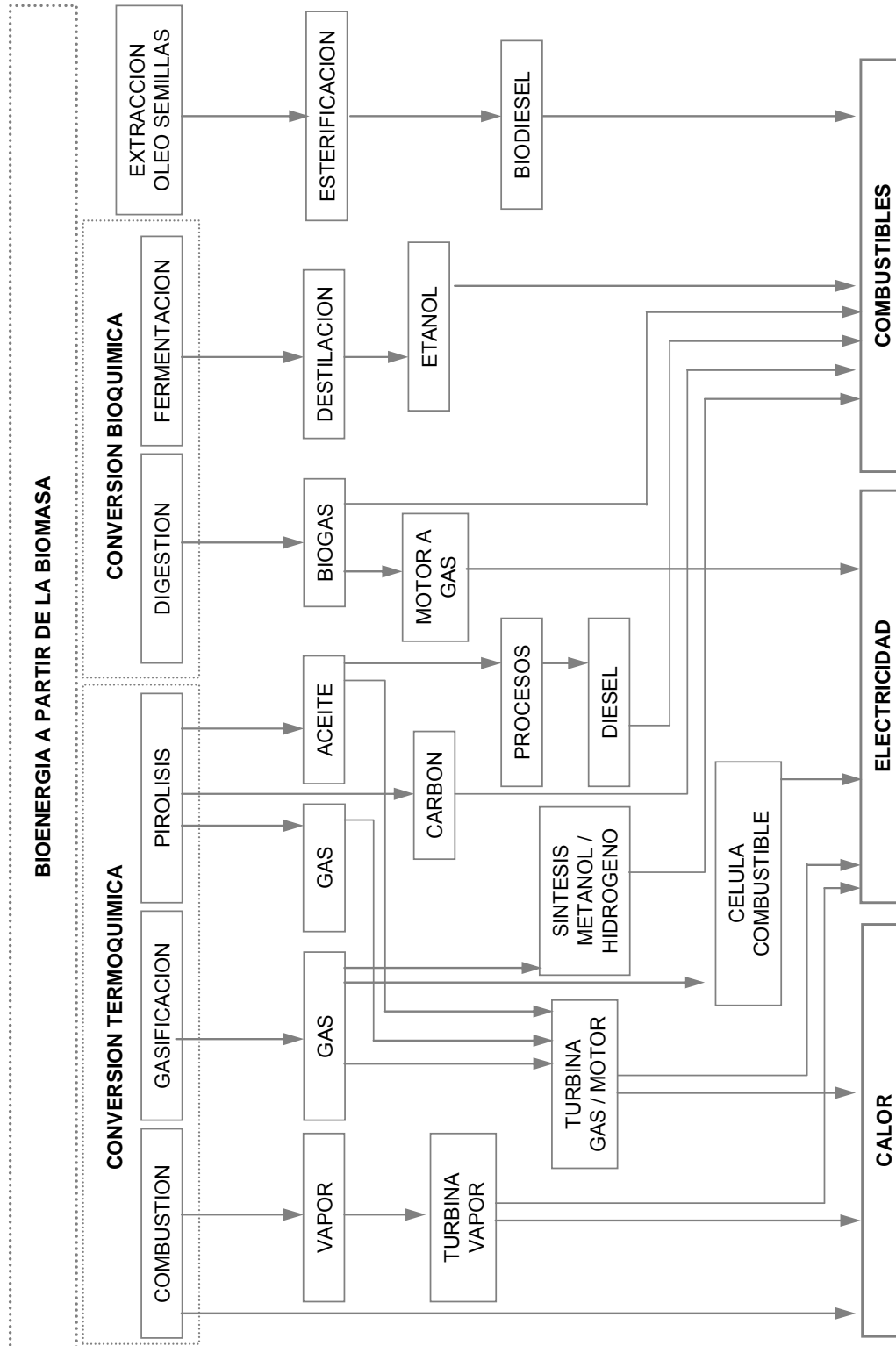
La biomasa como material energético, como ya se menciona, contiene intrínseco la heterogeneidad de recursos, por lo tanto, también de formas de obtención de energía. Esto aumenta su complejidad para comprender el escenario en su totalidad.

A continuación se presenta un esquema que resume todas las posibilidades de producción energética que se pueden desarrollar a partir de la biomasa como combustible generador.⁶²

⁶² Cuadro de Elaboración propia según datos extraídos del sitio web de INFOR. www.infor.cl.



BIOENERGIA A PARTIR DE LA BIOMASA



Como se muestra en el cuadro anterior, existen dos grandes grupos de conversión de la biomasa en energía, estos son los “procesos termoquímicos” y los “procesos bioquímicos”. Por las posibilidades de aplicación y factibilidad técnica y económica, en la actualidad son los procesos termoquímicos los que están a la vanguardia de la innovación y los mayores avances a nivel mundial, en lo que a energías renovables no convencionales se refiere, específicamente a la biomasa.

Los **procesos termoquímicos** ⁶³ de conversión de la biomasa en energía son todos aquellos en los que se encuentran implicadas reacciones químicas irreversibles, ya sea a altas temperaturas y/o en condiciones variables de oxidación. Estos métodos en la actualidad no generan un producto único, sino que dan mezclas de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, los cuales presentan un alto valor energético.

Dentro de este proceso, si el calentamiento de la biomasa se lleva a cabo con un exceso de aire, se produce, lo que se denomina una **combustión**, donde el producto final es calor, pudiendo utilizar éste ya sea para una producción de calor que mueve a una turbina (generación de electricidad) o bien directamente en otros procesos.

Si la combustión de la biomasa no es completa, el proceso se denomina **gasificación**. Este proceso se puede llevar a cabo con oxígeno, lo que permite obtener gas, el cual es altamente combustible y en la actualidad existe gran interés en este método ya que es posible la transformación de éste en metanol, o bien con aire, producir el llamado gas pobre, el cual puede reutilizarse para producir vapor o electricidad.

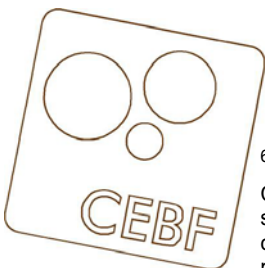
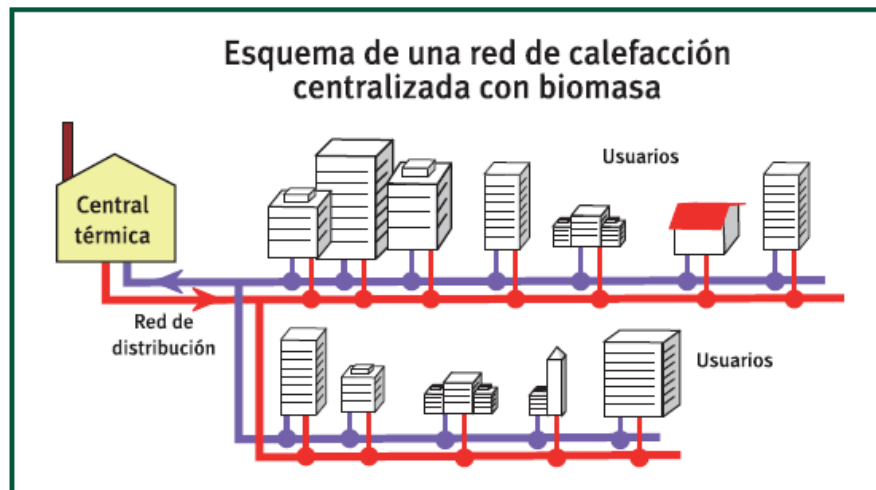
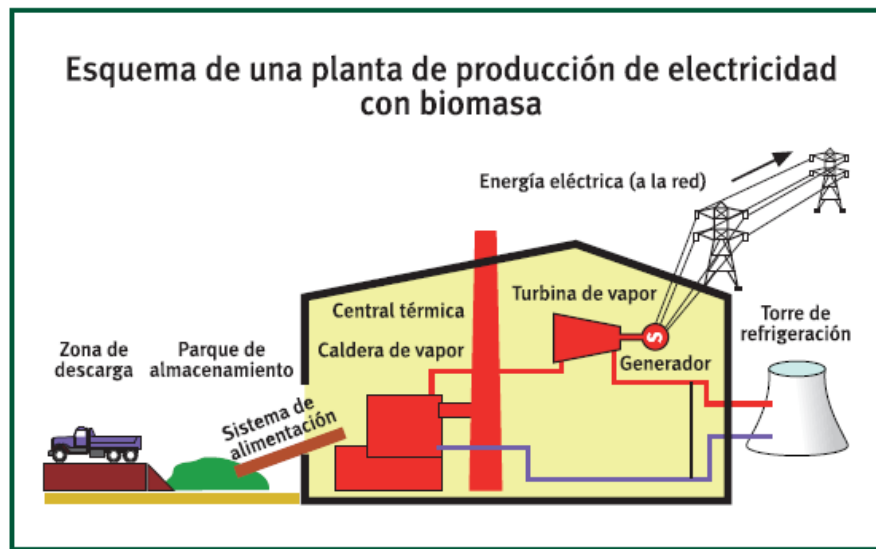
El tercer método dentro de los procesos termoquímicos se denomina **pirólisis**, o calentamiento de la biomasa en ausencia total de aire. Por esta vía se obtienen combustibles gaseosos, líquidos o sólidos, que se determina por la composición específica de la biomasa utilizada y de las condiciones en las cuales se produce el proceso.

⁶³ Las definiciones contenidas en esta etapa fueron extraídas principalmente de Estimación del Recurso y Prospectiva Tecnológica de la Biomasa como Energético Renovable en México. UNAM. México. Agosto 2005.

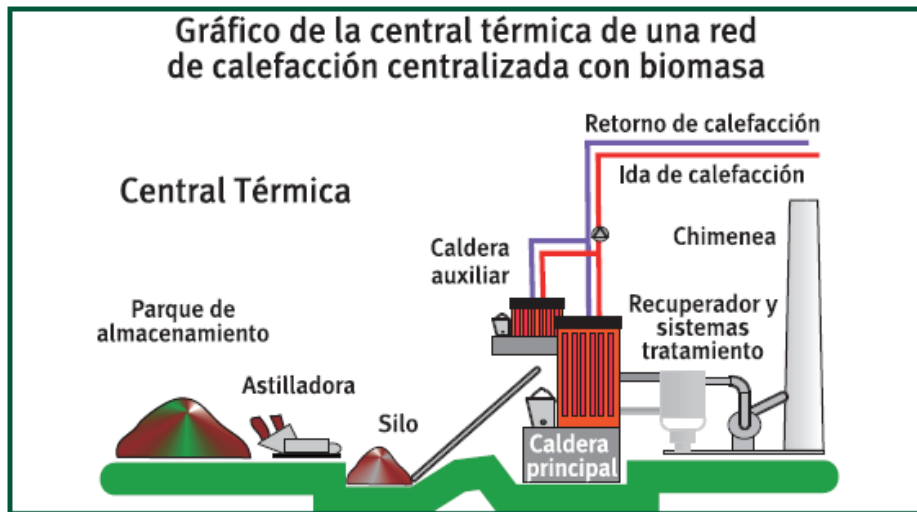
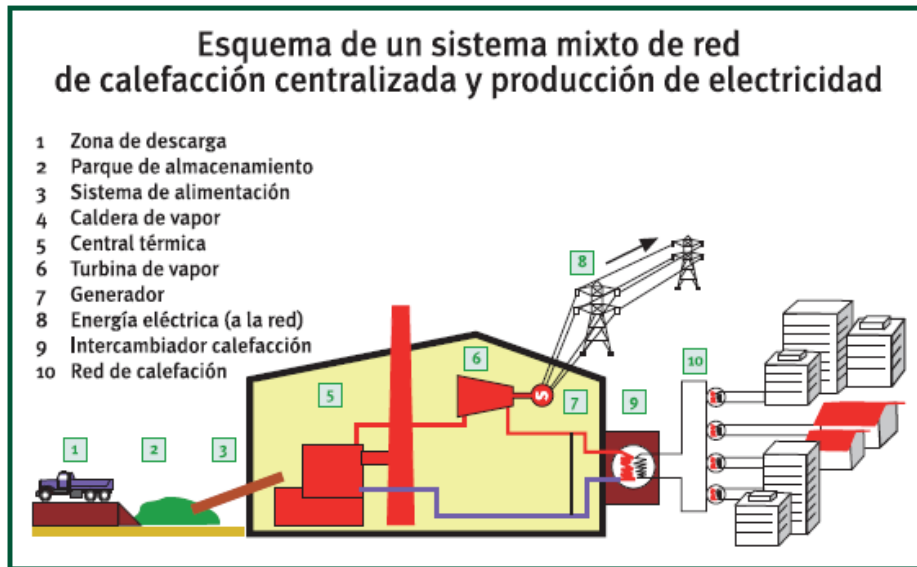


Los procesos más comunes actualmente, son los que permiten la obtención de combustibles líquidos, los cuales necesitan además la adición de reactivos químicos para la obtención del producto final.

En la actualidad se mantienen constantes investigaciones en busca de reactivos biológicos o naturales que permitan finalizar este proceso, lo cual, haría que éste disminuyera notoriamente sus costos de implementación y mantención, además de la sustentabilidad que otorga que el ciclo completo este basado en sustancias orgánicas renovables y sustentables ambientalmente.⁶⁴



⁶⁴ A propósito de lo mencionado, en una entrevista personal con Patricio González, investigador de INFOR, Chile. Menciona que la utilización de enzimas sintéticas constituye el factor decisivo de que este proceso sea descartado en la generación eléctrica a partir de la biomasa forestal, ya que este tipo de biomasa contiene lignocelulosa, componente muy resistente, con lo que se necesita de un gran esfuerzo químico para su transformación en gas, lo cual encarece notoriamente el proceso y lo convierte en no sustentable.



Una vez caracterizado el combustible o materia prima, puede utilizarse siguiendo distintos procesos. El más común es la **combustión de la biomasa para producción de energía**, que también presenta sus particularidades dependiendo de si se realiza en el ámbito doméstico y residencial, en las industrias productoras del residuo o en centrales térmicas exclusivas. La gran diferencia radica en el **uso final de la energía producida**, ya que el sistema variará si se trata de aplicaciones térmicas, para generar calor y agua caliente sanitaria, o eléctricas, para generar electricidad.

En general los equipos que existen en el mercado permiten unos rendimientos de combustión que pueden alcanzar el 85% si cuentan con sistemas de recuperación de calor.

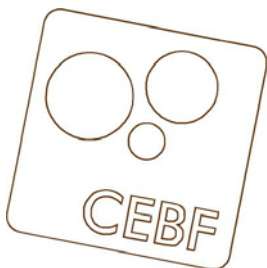


En el caso de las aplicaciones térmicas en el sector residencial el equipo se compone básicamente de un silo de almacenamiento de la biomasa, un sistema de alimentación (tornillos sinfín, cintas transportadoras, canchales, sistemas neumáticos,...) que lo llevan a las calderas, en cuyo interior se encuentra el hogar de combustión y los intercambiadores donde se calienta el fluido destinado a calefacción y/o agua caliente sanitaria.

En el caso de las redes de calefacción centralizadas, el agua caliente se impulsa hasta las viviendas mediante un sistema de bombas mayor, utilizando una doble tubería aislada y colocando intercambiadores de placas en los edificios o en las viviendas. Una vez cedido el calor el agua fría retorna a la central térmica para iniciar nuevamente el ciclo. A todo ello hay que añadir algunos equipos auxiliares como los sistemas de limpieza de humos y un recuperador de calor.

El almacenamiento y la alimentación para sistemas de generación eléctrica son parecidos a los utilizados en procesos térmicos. Las principales diferencias se centran en la cantidad de biomasa necesaria, el sistema de combustión (es necesario generar vapor con una calidad determinada en vez de agua caliente) y los equipos para transformar la energía térmica producida en energía eléctrica (cuyos elementos principales son normalmente una turbina de vapor y un alternador). El sistema se basa en **generar vapor mediante la combustión de la biomasa, produciendo energía mecánica a través de las turbinas y finalmente energía eléctrica en los alternadores.**

Por último, las tecnologías relacionadas con la gasificación utilizan un reactor-gasificador en el que se introduce la biomasa. La gasificación produce un gas pobre que una vez filtrado y tratado podría utilizarse en motogeneradores para producir energía eléctrica.



b. GENERACION ELECTRICA

Es necesario comenzar revisando lo relacionado con la generación eléctrica, sus formas de conexión y la capacidad de la red, ya que de cierta forma, el sistema eléctrico pasa a formar parte de manera conceptual de uno de los usuarios de este proyecto.

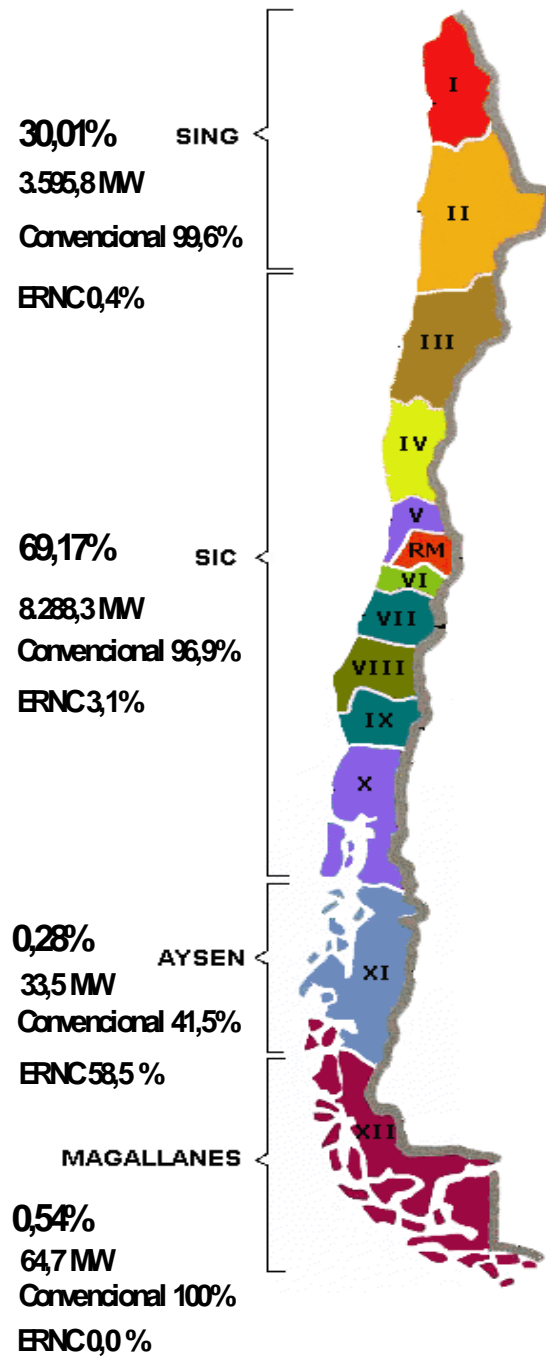
El sistema eléctrico chileno está compuesto por cuatro subsistemas independientes entre sí que abarcan todo el territorio nacional. El sector ha sido estructurado en forma competitiva siguiendo el modelo tipo POOL⁶⁵ con participación obligatoria y costos auditados.

Para la zona en la cual se desarrolla el proyecto es importante revisar el **Sistema Interconectado Central (SIC)**, el cual se extiende desde la Región de Atacama hasta la Región de los Lagos, presenta una cobertura de 2000 kilómetros de longitud, una capacidad instalada de 8.288,3 MW⁶⁶ siendo en un 60% generación hidráulica. (Plano de distribución nacional en página siguiente).

⁶⁵ Definido por la Comisión Nacional de Energía como modelo de Pool o mercado centralizado.

⁶⁶ Potencia Instalada al año 2005 según datos de la Comisión Nacional de Energía.

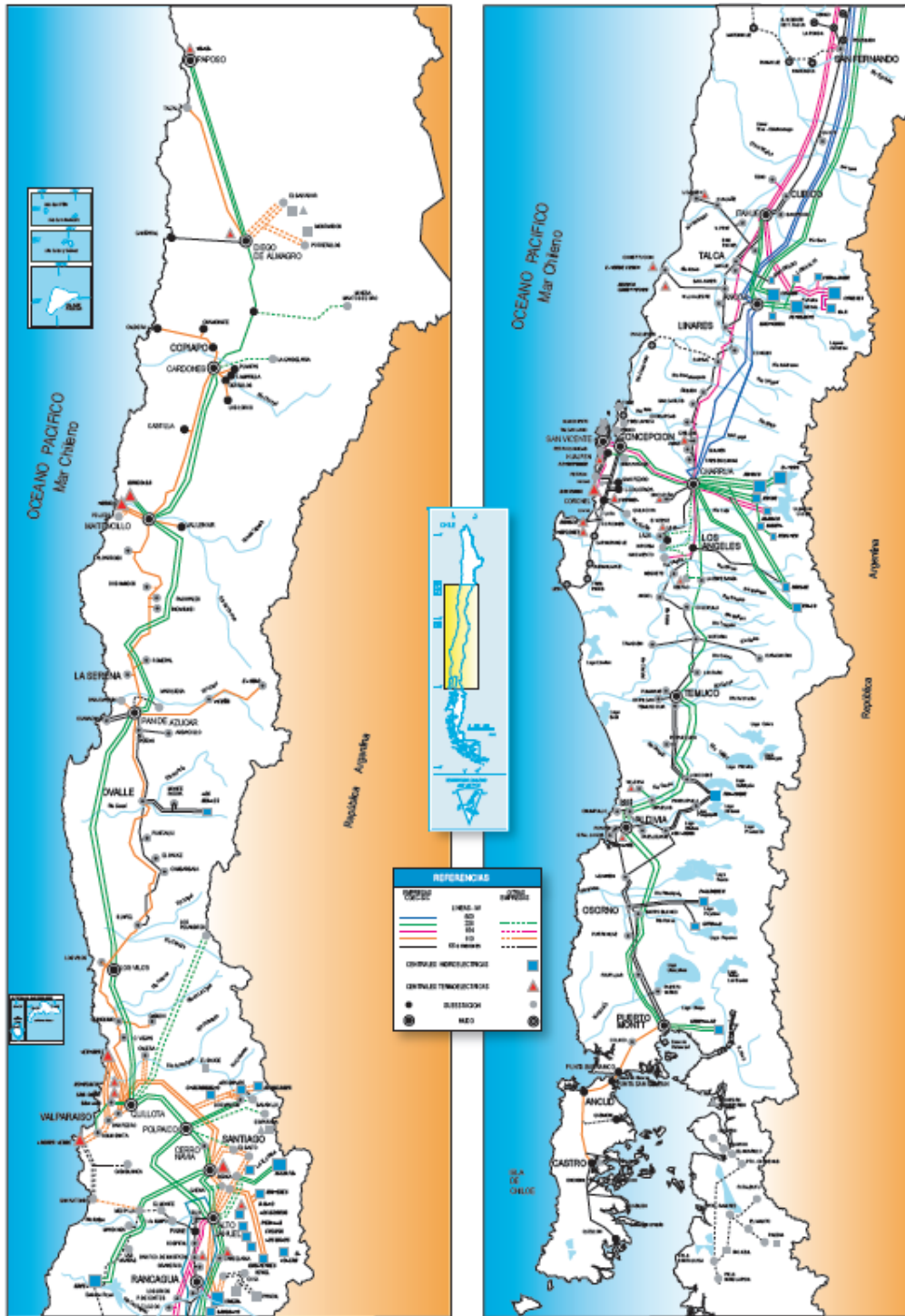




67



⁶⁷ Referencia de capacidad de generación al año 2005 publicada por la Comisión Nacional de Energía en junio 2007.



* Autorizada su circulación por resolución MPTG del 8 de abril de 2000 de la Dirección Nacional de Forestos y Linderos del Estado. La edición y circulación de mapas cartográficos u otros impresos que se refieran o relacionen con los linderos y fronteras de Chile no corresponde en modo alguno al Estado de Chile de acuerdo con el Art. 2º letra g) del DFL Nº 100 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores.
 Nota: Actualizado hasta Abril de 2000



El sistema interconectado central es el que presenta un mayor porcentaje de generación en Chile, ya sea a partir de energías convencionales o renovables tal como se muestra en el cuadro siguiente.

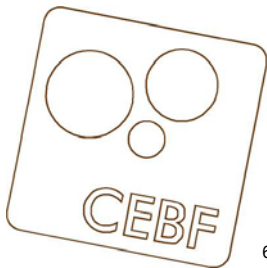
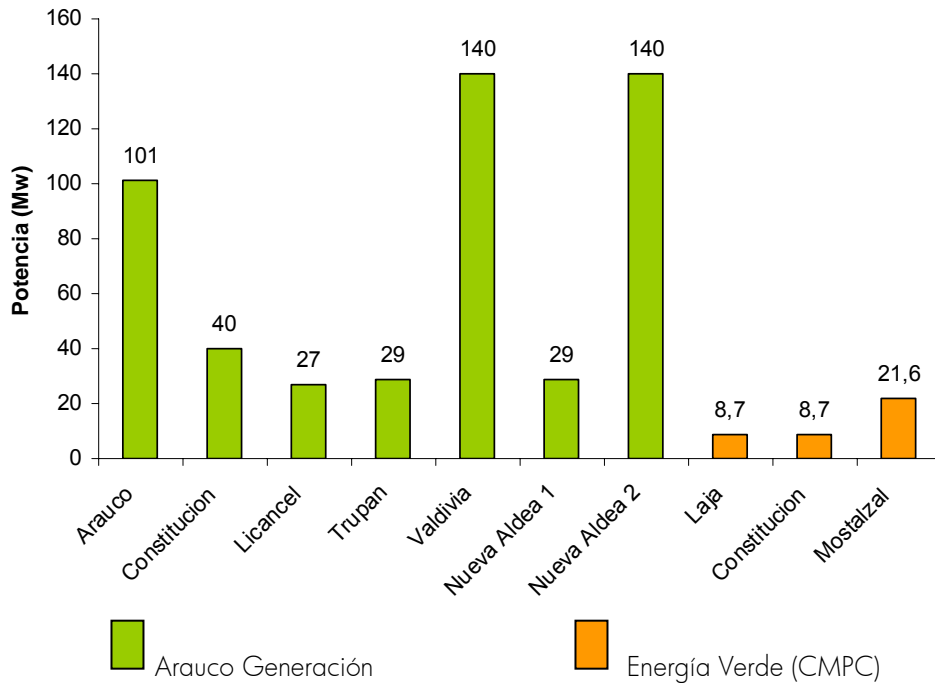
	Fuente	SIC	SING	MAG	Aysén	Total
Convencional	Hidráulica > 20 MW	4,612.9	0.0	0.0	0.0	4,612.9
	Comb. Fósiles	3,422.1	3583.0	64.7	13.88	7,083.7
	Total Convencional	8,035.0	3,583.0	64.7	13.9	11,696.6
ERNC	Hidráulica < 20 MW	82.4	12.8	0.0	17.6	112.8
	Biomasa	170.9	0.0	0.0	0.0	170.9
	Eólica	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0
	Total ERNC	253.3	12.8	0.0	19.6	285.7
	Total Nacional	8,288.3	3,595.8	64.7	33.5	11,982.3

ERNC%	SIC	SING	MAG	Aysén	Total
	3,1%	0,4%	0,0%	58,5%	2,4%

69

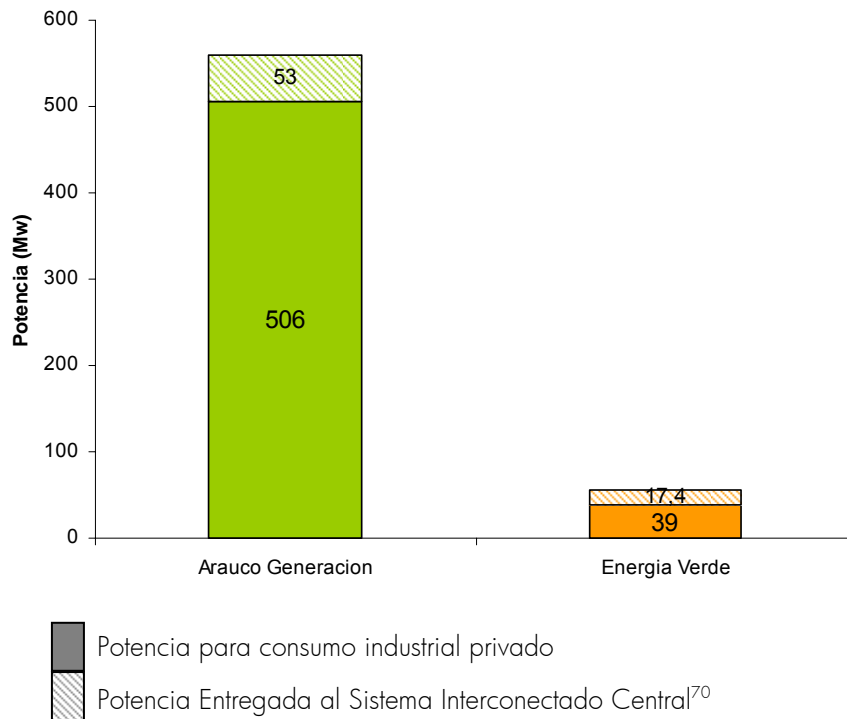
La energía producida a partir de biomasa, que es introducida al SIC, corresponde a 170,4 MW, sin embargo, existe mayor generación que no es sumada en este cuadro ya que es producida para el autoconsumo de las grandes empresas forestales.

Generación Eléctrica a partir de Biomasa Forestal



⁶⁹ Grafico de elaboración propia según datos oficiales publicados por la Comisión Nacional de Energía.

Comparacion Generacion



El grafico anterior, por un lado grafica las plantas generadoras de electricidad a partir de biomasa en Chile, además de poner en evidencia cuanto del porcentaje total generado es suministrado al SIC.

A mención de lo anterior, y por la presente crisis energética, es paradójico el entender que la generación a partir de biomasa es posible técnica y económicamente hoy en día, ya que es realizada en nuestro país, pero que sin embargo, **los márgenes que se perciben y favorecen al suministro a nivel país son residuales**, resultando beneficiados solo la industria privada, la cual, reduce sus costos al generar su propia energía a partir de lo que constituye un residuo del proceso de producción, en consecuencia aumentando las ganancias.

⁷⁰ Datos oficiales de generación publicados en www.cne.cl los cuales corresponden únicamente a la generación total de las dos empresas mencionadas. Existiendo al menos 100 Mw más, generados por otras empresas, a partir de biomasa los cuales no se cuantifican en el ejercicio.



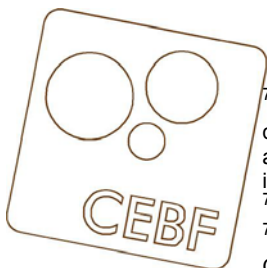
Es necesario preguntarse entonces, ¿porque la generación eléctrica a base de biomasa forestal no surge como una alternativa competitiva en nuestro país que fortalezca la decaída seguridad energética?, ya mencionada antes dentro de esta investigación.

Esto es por dos razones, por una parte, porque existen costos extra asociados, principalmente, en alta tecnología que deben ser asumidos al plantear la generación eléctrica a partir de este tipo de materia prima. Pero además, y como un factor no menos importante, es que por otro lado, **el soporte legal en Chile no favorece a las ERNC** ya que las incluye dentro de las mismas formas de generación que las convencionales, generando un perjuicio por no poder soportar la competencia⁷¹, además de que la dendroenergía⁷², como tendencia mundial, no es legalmente asumida en Chile, haciendo que la biomasa como un ciclo de generación no pueda contar con un respaldo de materia prima asegurado para las plantas generadoras.

A continuación revisaremos en síntesis cual es el escenario legal de las ERNC a partir de la Ley Corta I la cual marca un hito al establecer por primera vez un trato preferencial para las ERNC y Ley Corta II que incorpora beneficios adicionales.

Ley Corta I: mediante la modificación de la Ley General de Servicios eléctricos (Ley 19.940, artículos 71-7 y 91), se permite:⁷³

- Para las energías renovables cuya fuente no sea convencional (geotérmica, eólica solar, biomasa, mareomotriz, pequeñas centrales hidroeléctricas) con la modificación de la ley se libera parcial o totalmente el pago del peaje a las fuentes no convencionales cuyos excedentes de potencia suministrada al sistema:
 - Sean inferiores a 9 MW, estarán exceptuados del pago total de los peajes por el uso de los sistemas de transmisión troncales.



⁷¹ Modelos de gestión europeos se estructuran a partir de la subvención gubernamental para la generación de energía limpia, es decir, energía producida a partir de energía renovable no convencional, por implicar un alto costo en tecnología de punta que disminuya al máximo las emisiones que perjudiquen el efecto invernadero.

⁷² Cultivos energéticos, es decir, plantaciones forestales o agrarias con fines energéticos.

⁷³ Biomasa y Energía en Chile: Situación y perspectivas. Seminario de Bioenergía. Santana, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

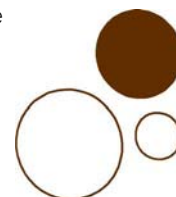
- Estén entre 9 – 20 MW, estarán exceptuados de una porción del pago total de los peajes por el uso de los sistemas de transmisión troncal.
 - Sean superiores a 20 MW, deberán cancelar el pago total de los peajes por el uso de los sistemas de transmisión troncal.
- Se asegura el derecho a la venta de energía y potencia en el mercado spot a cualquier generador independiente de su tamaño
 - Se establecen condiciones no discriminatorias para los pequeños generadores menores a 9 MW, que participen en el mercado de transferencia a precio spot, permitiéndoles un tratamiento comercial simplificado, es decir, un estabilización de precios.
 - Se da certeza jurídica de acceso a las redes de distribución para evacuar la energía generada por generadores menores a 9 MW.

Ley Corta II, mediante la modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos (Ley 20.018, artículo 98 ter) se establece:⁷⁴

- Una opción de suministro a las empresas distribuidoras para los propietarios de medios de generación no convencionales, sin mediar licitación.
- La obligatoriedad a las empresas distribuidoras a comprar hasta un 5% de sus energías provenientes de proyectos de energía renovable, al precio medio de largo plazo que obtendrán de las licitaciones de suministro.
- El precio de suministro es el de la componente de generación – transmisión que es traspasado a los clientes regulador por las empresas distribuidoras (precio de mercado)⁷⁵

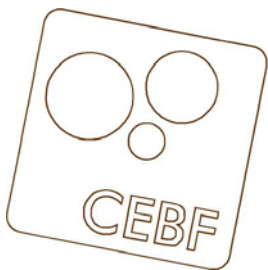
⁷⁴ Biomasa y Energía en Chile: Situación y perspectivas. Seminario de Bioenergía. Santana, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

⁷⁵ Marco actual no sería atractivo para impulsar ERNC a nivel comercial



Se han presentado dos proyectos de Ley relacionados con ERNC en el Senado y la Cámara de Diputados, los cuales aun no se aprueban pero harían cambiar el escenario actual:

- Extienden beneficios a proyectos ERNC de tamaño mayor a 20 MW.
- Licitan ERNC de manera separada de modo que tenga su propio precio
- Asesorarse por Modelos Certificados Energía Renovable (modelos europeos)
- Generadores ERNC venden en el mercado spot o contratan en igualdad de condiciones con generadores convencionales
- Reciben Certificado de Energía Renovable (CER) por energía inyectada
- Clientes del mercado mayorista (distribuidoras o libres) compran CERs equivalentes al 2% de su consumo o pagan multa (US \$ por MWh)



c. IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental que produce este tipo de proyectos es considerado como inofensivo o perfectamente mitigable, siendo los más considerables los ruidos producidos por la maquinaria, lo cual puede mantenerse dentro de los límites permitidos con una debida preocupación en el diseño de las envolventes y fundaciones.

En relación a los estudios ambientales, de acuerdo al marco regulatorio medio ambiental, las centrales generadoras de energía mayores a 3 MW deben someterse a un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o a una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Sin embargo, este tipo de proyectos no genera ninguno de los impactos ambientales mencionados en el artículo 11 de la ley medioambiental⁷⁶, por lo que basta solo que una Declaración de Impacto Ambiental.

Por Ultimo, en relación al impacto ambiental provocado por el uso de biomasa como una fuente energética, la Universidad de Concepción se ha pronunciado al respecto, diciendo lo que sigue:⁷⁷

- La contaminación atmosférica se controla con equipos de abatimiento
- Los efluentes líquidos son poco significativos
- Para los residuos sólidos se requiere incorporar I+D+I
- La contaminación acústica se encuentra identificada y controlada.
- El impacto vial por flujo de camiones es poco significativo.

⁷⁶ Anexo (d) contiene la ley 19.300: bases generales del medio ambiente. Titulo II. Artículo 11.

⁷⁷ Extraído de Impacto ambiental al uso de Biomasa como fuente energética. Unidad de Desarrollo Tecnológico. Universidad de Concepción. 2007



d. REFERENCIAS

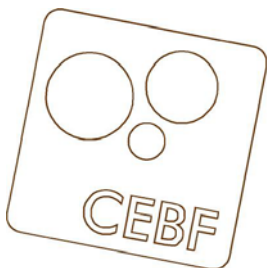


Referencia 1:

- Planta de Generación Eléctrica de Allariz.
- Ubicación: Allariz (Orense). Galicia
- Propietario: Sociedad Allarluz, S.A., participada por organismos institucionales y empresas del sector energético con participación del IDEA
- Año de instalación: 1998
- Materia prima: Residuos de origen forestal y subproductos de industrias forestales
- Potencia: 2,35 MW

Las instalaciones de esta planta de generación eléctrica se ubican en el Polígono Industrial de Allariz. Con una población de algo más de 5.000 habitantes, basa gran parte de su economía en la explotación de cerca de 1.400 ha de superficie forestal.

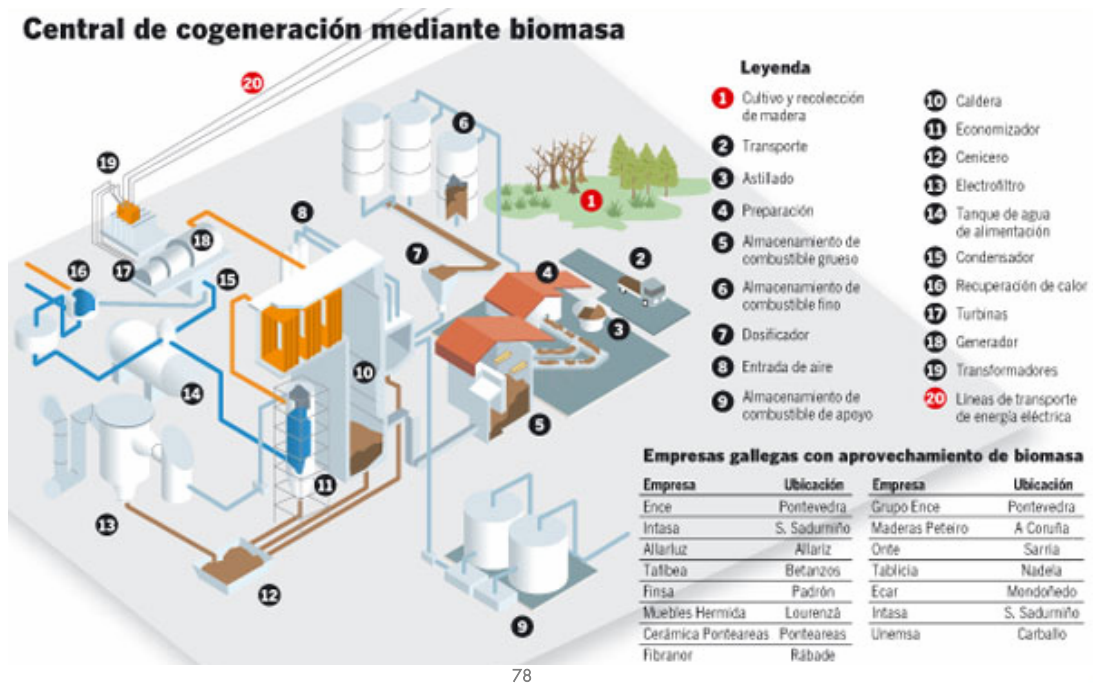
El mes de abril de 1998 marcó el punto de partida para un ambicioso proyecto: la construcción de una central térmica alimentada con biomasa forestal. Un proyecto innovador con el objetivo de impulsar la economía y la creación de empleo en el municipio a través de la mejora de la gestión forestal y la calidad ambiental.



Los elementos básicos de la central térmica de Allariz son un sistema de tratamiento y almacenamiento del combustible, una caldera de vapor, un grupo turbogenerador de vapor para la producción de energía eléctrica y un condensador con torre de refrigeración. La disposición física de estos elementos consta de dos cuerpos diferenciados; en el primero se sitúan el condensador, el turbogruppo y los transformadores, y en el segundo todo lo correspondiente a tratamiento del combustible, caldera y equipos asociados.

Los combustibles a emplear en la planta son residuos de origen forestal y, sobre todo, subproductos de industrias forestales, principalmente cortezas.

Por lo que respecta al control de la contaminación producida en la planta, ésta incorpora un sistema de tratamiento de aguas y un depurador de humos multiciclón diseñado para la separación de partículas. Asimismo, el nivel sonoro en el exterior de la nave que alberga el grupo turbogenerador se ha estimado en 30 dB, valor aceptable, si tenemos en cuenta que las instalaciones se localizan en una zona de carácter industrial, relativamente aislada y alejada de núcleos de población.



78

⁷⁸ Esquema gráfico simplificado del proceso ocurrido en una central de cogeneración a partir de biomasa forestal extraída del sitio en Internet del Diario Gallego www.elcorreogallego.es, en mención a la apuesta del gobierno de Galicia en la energía a partir de la biomasa.

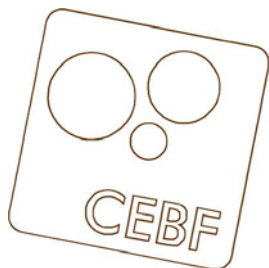


Referencia 2:

- Planta de Generación Eléctrica de Sangüesa.
- Ubicación: Sangüesa (Navarra)
- Propietario: Energía Hidroeléctrica de Navarra (EHN) con participación del IDEA
- Año de instalación: 2002
- Materia prima: Pacas de paja de cereales
- Potencia: 25 MW

Primera experiencia en España de una planta de generación de electricidad con biomasa procedente de paja de cereal. En 2002 se conectó a la red esta planta, que se abastece al año con 150.000 toneladas de combustible y produce el 5% del consumo eléctrico de Navarra (200.000 MWh/año).

El vapor generado por la combustión de la paja se transforma en energía eléctrica que se traslada a una subestación de Iberdrola para su incorporación a la red general. La fracción de inquemados y cenizas son aprovechados para la fabricación de fertilizantes. Gracias a este proceso se evita la emisión de 200.000 toneladas de CO₂ al año.



Para asegurar el suministro EHN ha firmado contratos de cesión de la paja en campo con agricultores y cooperativas y de suministro con profesionales del mercado de este residuo agrícola.

En el mismo sentido ha adquirido equipos de recogida compuestos de empacadoras, tractores, rastrillos y remolques autocargadores. Todas estas iniciativas son indispensables porque la paja tiene una baja densidad energética, lo que obliga a gestionar grandes cantidades de combustible.









DEFINICION

La investigación aquí desplegada decanta en un proyecto de arquitectura, el cual se constituye como una *Central de Generación a partir de Biomasa Forestal (CEBIF)*. En síntesis, éste reconoce una problemática que responde principalmente a una reconversión laboral y energética, a partir de la reutilización de un desecho industrial maderero, existente en la zona de emplazamiento del proyecto, siendo atingente, en distintas medidas, a nivel mundial, nacional, regional y local.

A continuación se definirán las áreas a las cuales responderá la estructura programática de la central. Las áreas a definir corresponden a un área energética y una de gestión e investigación.

Los referentes para ambas áreas han sido principalmente ejemplos europeos, españoles y alemanes, si bien la dicotomía de programas no es común en la presencia de estos proyectos, es decir, existen por un lado, una amplia gama, de plantas de generación eléctrica a partir de biomasa (ya sea forestal o agraria de diferentes capacidades de generación) y por otro lado consolidados centros de investigación, que dedican todos sus recursos al soporte de conocimiento y tecnología que el uso de energías renovables no convencionales requiere. Este proyecto se plantea por ser un icono de generación eléctrica a partir de la biomasa forestal en Chile, en beneficio directo del Sistema Interconectado Central como programa principal, que además en asociación con organismos gubernamentales o de perfil educativo, facilite el espacio para que la generación energética a partir de la biomasa forestal sea posible en Chile, mediante la generación del soporte tecnológico y de conocimientos que el área necesita para consolidarse en nuestro país.



Se definen a continuación las áreas estructurantes del proyecto.



CEBIF _ DIFERENCIACION DE AREAS	
ENERGETICA	GESTION + INVESTIGACION
<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>PRODUCCION ELECTRICA</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>GESTION CEBIF</p> <p>I + D ENERGETICO</p>
<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Energía Limpia. Producción de electricidad a partir de Biomasa Forestal, considerado un Recurso Energético Renovable amigable con el Medio Ambiente.</p> <p>Generación de empleo. Fortalecimiento de la Pyme regional. Como estrategia de abastecimiento utilización de los Residuos Forestales (Aserraderos y Manufacturadoras).</p> <p>Aportar en la seguridad energética país. Incorporar energía eléctrica directamente al SIC</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Actualización, renovación y mantenimiento de CEBIF</p> <p>Generación de conocimiento y tecnología que respalden la utilización de biomasa en Chile.</p> <p>Investigación que consolide la información necesaria para fomentar la utilización de recursos energéticos renovables no convencionales</p> <p>Investigación I+D basada en la seguridad y sustentabilidad energética a partir de la Biomasa Forestal, como una inyección complementaria de energía a nivel país.</p> <p>Consultora especialista en la utilización de Biomasa Forestal para la obtención energética, tanto a pequeña como a gran escala.</p> <p>Consolidar un modelo de negocios replicable en el país de generación a partir de biomasa forestal.</p>
	SERVICIOS Y PRODUCTOS

a. AREA ENERGETICA: Generación Eléctrica

PLANTA TERMOELECTRICA				
POTENCIA NETA INSTALADA	DISPONIBILIDAD MATERIA PRIMA	CONSUMO MATERIA PRIMA	TECNOLOGIA PARA LA PLANTA	REDUCCION DE CO2e ANUAL
<p>9 MWe</p> <p>Este tamaño permite estar exento en el pago de peaje además de la posibilidad del autodespacho, lo que permite entregar toda la generación al sistema eléctrico y vender la energía al mercado spot*</p>	<p>434.227 m³/Año</p> <p>Según estrategia o propuesta de abastecimiento que podría ampliarse según el crecimiento de la Pyme local</p>	<p>150.752 m³/Año</p> <p>68.524 Ton/Año (8760 horas)</p> <p>El menor volumen requerido asegura el abastecimiento de la planta a lo largo del año.</p>	<p>SISTEMA DE PARRILLA VIAJERA</p> <p>Es la tecnología de generación con combustión directa disponible en el mercado que se ajusta de mejor manera a la Biomasa Forestal</p>	<p>24.235 Ton CO2e</p> <p>Reducción que puede ser utilizada para la venta de Bonos de Carbono.</p>
<p>* Mercado spot: Es el mercado de precios horarios donde se comercializa la energía no sujeta a contratos de abastecimiento. En cualquier clase de intercambio, se refiere a la transacción hecha al contado, y sin plazo, señalándose en el día y la hora de la fecha. Cne.cl</p>				
FRECUENCIA DE CAMIONES	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO I	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO II	ESTIMACION DE ENERGIA GENERADA	
<p>1,75 CAMION/HORA</p> <p>14 Camiones diarios de 30 m³ c/u aseguran el consumo de materia prima diario equivalente a 413 m³ biomasa/ día. La frecuencia fue calculado con 8 horas laborales.</p>	<p>5.400 m³</p> <p>En contenedor cubierto, capacidad de abastecimiento de 14 días aprox.</p>	<p>18.000 m³</p> <p>En canchas de acopio. Capacidad de abastecimiento asegurada para 44 días aprox.</p>	<p>78.840 MWh</p>	





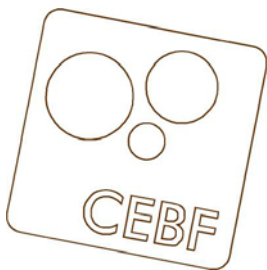
PRODUCCION ELECTRICA

PROCESO	ACTIVIDAD	PROGRAMA RECINTOS	REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS	REQUERIMIENTOS TECNICOS/ESPECIALES
01 Recepción materia prima	Llegada camiones	Acceso Controlado Cancha de Recepción	1 camión / Hora (30m3 capacidad contenedora) Pilas Mecánicas para orden y distribución materia prima	Calles con pavimento resistente Bascula camionera Piscina contenedora
02 Acopio Materia Prima	Almacenamiento	Cancha Estanco	Pilas mecánicas	Superficie de acopio al aire libre optima: 1/2 ha
03 Preparación materia prima I	Limpieza y astillado de materia prima (procesos mecánicos)	Cancha de Preparación	Astillador Estacionario Harnero Correa transportadora hacia silo de almacenaje Parrilla vibratoria inclinada 4° a 7°	Espacio para secuencia lineal de maquinaria
04 Preparación materia prima II	Protección del clima y disminución natural de humedad	Contenedor Almacenaje	Conexión directa con secador mecánico Control humedad temperatura	Sistema techumbre /muros para ventilación natural

PRODUCCION ELECTRICA				
PROCESOS	ACTIVIDADES	PROGRAMA RECINTOS	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
05 Pre-combustión		Área de Maquinas Caldera	Largo 10 m Diámetro 2 m Vel. de Rotación 7.5 Inclinación 4° Capacidad 500 m³	Secador Silo Alimentación Directa
06 Combustión	Transformación física	Caldera	Caldera Chimenea Correa transportadora cenizas	
07 Transformación Eléctrica		Sala Turbina - generador Sala Condensador - Intercambiador de C°	Turbina Condensador Intercambiadores Estanque de Condensados	Fundaciones Independientes
08 Procesamiento Residuos		Área de Manejo cenizas	Cenicero Silo Cenizas	Conexión física con área de carga de camiones

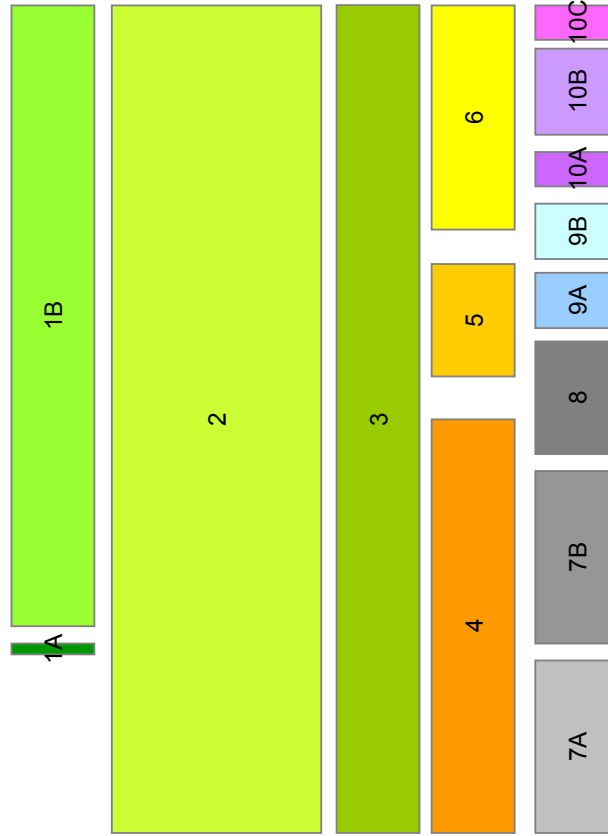


PRODUCCION ELECTRICA				
PROCESOS	ACTIVIDADES	PROGRAMA RECINTOS	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
09 Depuración de Aguas residuales Industriales		Torres de Enfriamiento Área desmineralizada	2 Estanques de almacenamiento para agua bruta y tratada Compresor Aire Comprimido Desgasificador	
10 Soporte Técnico	Soporte y Control Tecnológico Mantenimiento Conexión con SIC	Sala de Control Taller Mecánico / Eléctrico Patio de Alta Tensión		

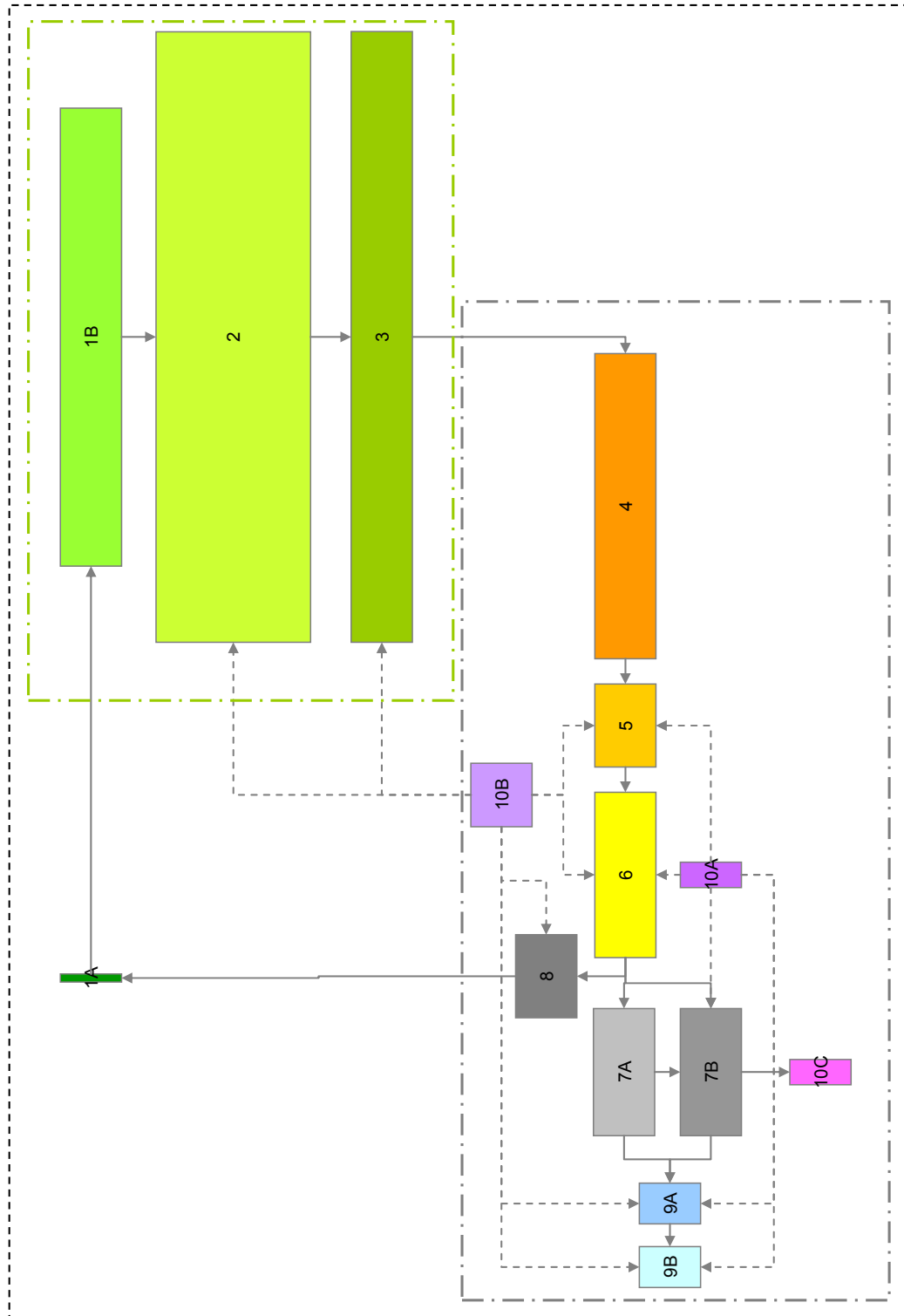


A partir de la estructura antes revisada, cruzada con información específica a cerca de las dimensiones de los recintos (utilizando información técnica sobre dimensionamiento de recintos industriales v/s la maquinaria a utilizar), podemos dimensionar de manera referencial la superficie industrial necesaria.

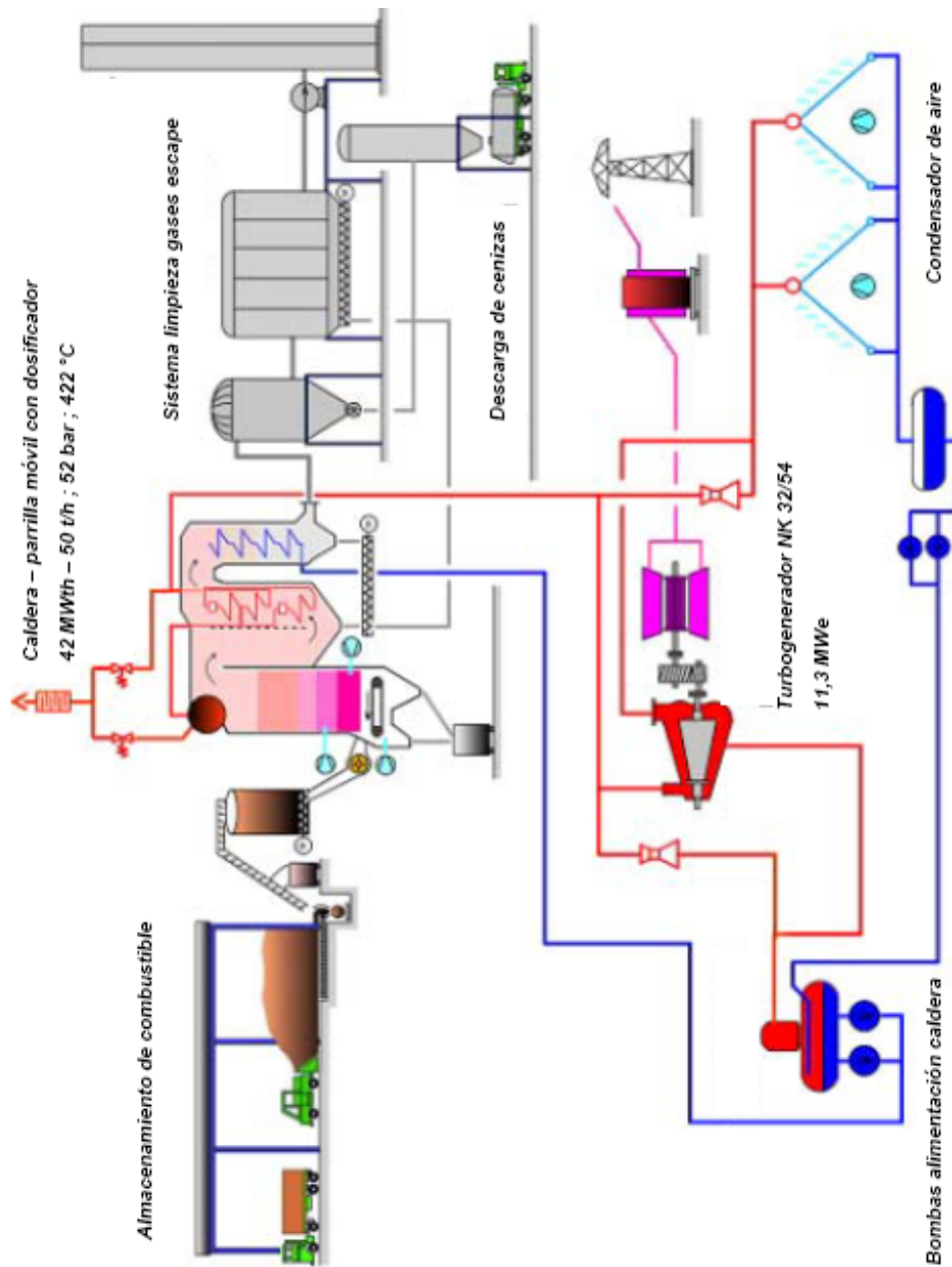
1A Acceso Controlado	20 m ²
1B Cancha de recepción	1.500 m ²
2 Cancha Estanco	5.000 m ²
3 Cancha de Preparación	2.000 m ²
4 Contenedor Almacenaje	1.000 m ²
5 Área de Maquinas	250 m ²
6 Caldera	600 m ²
7A Sala turbogenerador	400 m ²
7B Sala condensadores	400 m ²
8 Área de manejo cenizas	250 m ²
9A Torres de Enfriamiento	100m ²
9B Área desmineralizadora	100 m ²
10A Sala de Control	60 m ²
10B Taller Mecánico Eléctrico	200 m ²
10C Patio de Alta Tensión	50 m ²
<hr/>	
	12.000 m ² aprox.



En la relación según actividades y dependencias física / funcionales se pueden identificar al menos dos grandes zonas. A estas zonas las podríamos definir como una primera zona de acopio y otra zona o área de producción.

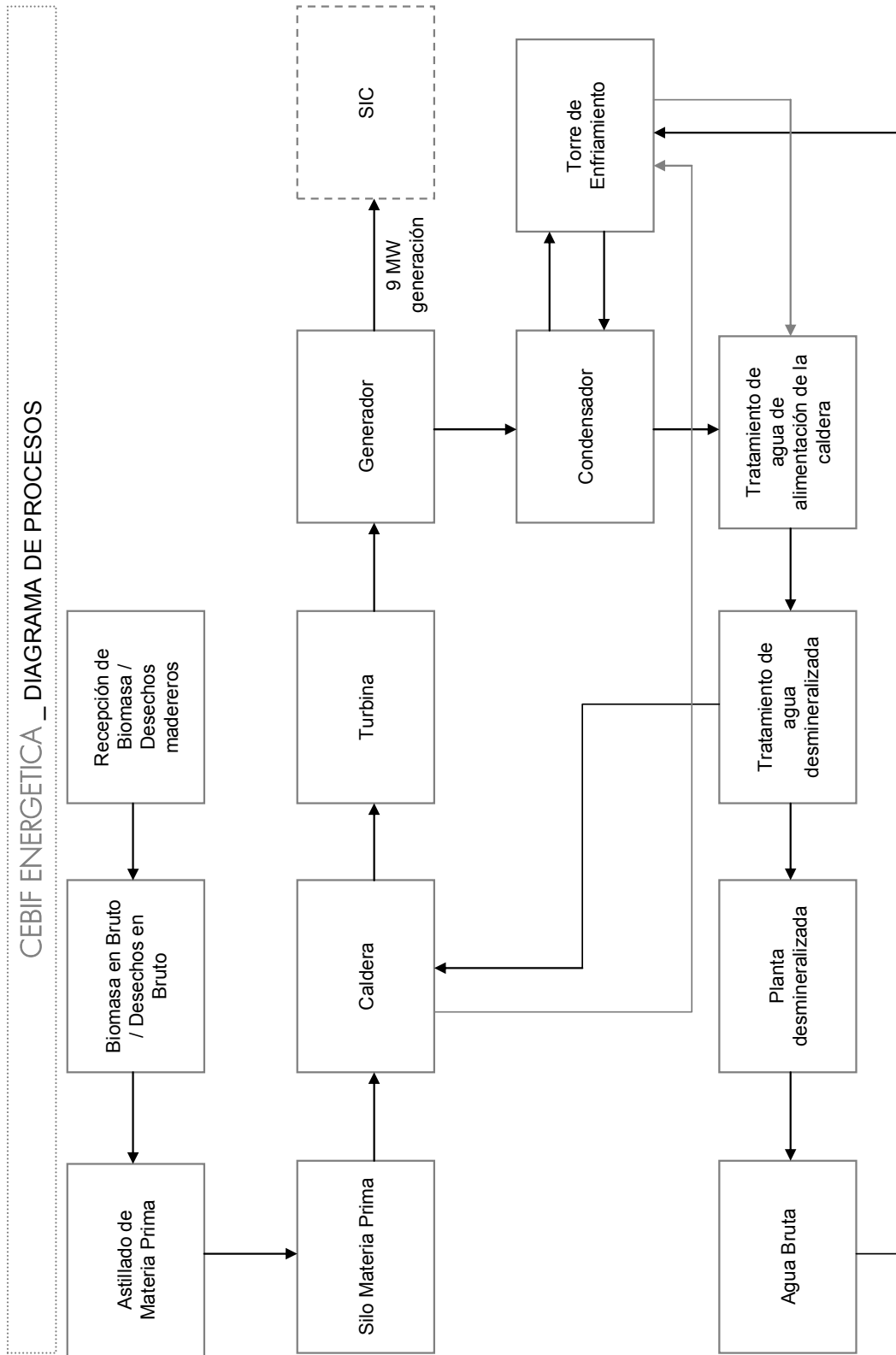
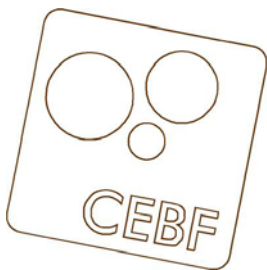


El esquema presentado a continuación corresponde a la simplificación esquemática del proceso a realizar en la generación de electricidad a partir de biomasa forestal.⁷⁹



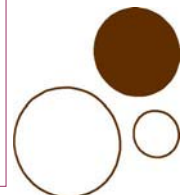
⁷⁹ Información facilitada por Patricio González, Jefe de Proyectos del Instituto Forestal.





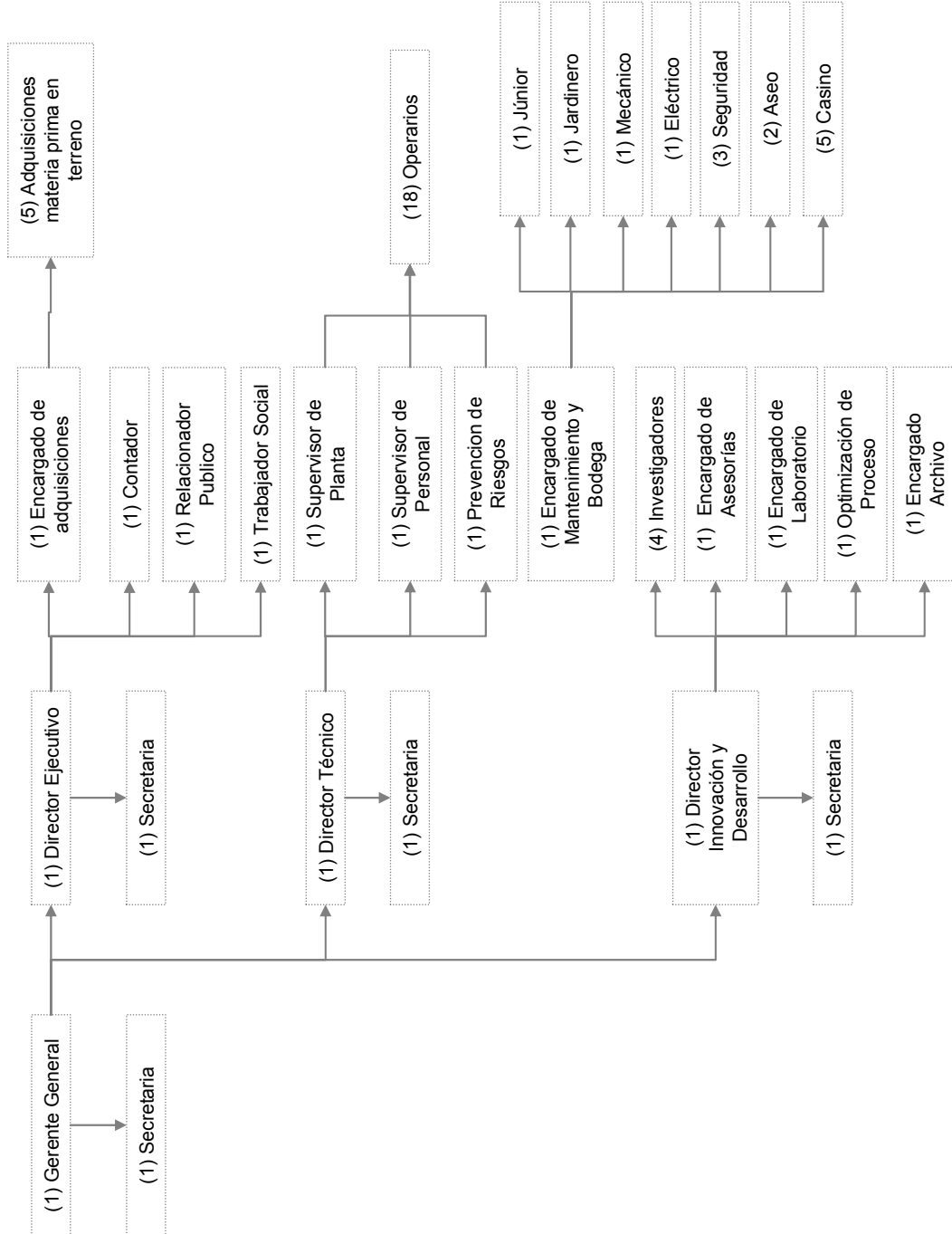
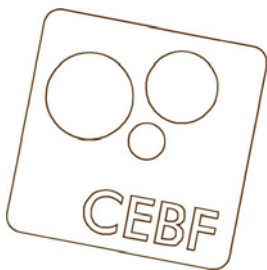
b. ÁREA GESTIÓN E INVESTIGACIÓN

GESTION CEBIF			
SUB AREAS	PROGRAMA RECINTOS	REQUERIMIENTOS TECNICOS	M ² APROXIMADO
11	Gerencia	Oficina Gerencia	Centro de trabajo adicional para secretaria
		Sala Reuniones	
12	Departamento Ejecutivo	Oficina Director Dpto.	Centro de trabajo adicional para secretaria
		Oficina Contador	
		Oficina Trabajador Social	
		Oficina Adquisiciones	Personal en terreno (5)
13	Departamento Técnico	Oficina Director Dpto.	Centro de trabajo adicional para secretaria
		Oficina Supervisor Planta	Vinculación directa con personal trabajando en planta
		Oficina Prevención de Riesgos	
		Oficina Bodega y Mantenimiento	Bodega
14	Departamento I + D	Oficina Director Dpto.	Centro de trabajo adicional para secretaria
		Área de Investigación	Centro de trabajo para 4 investigadores
			Laboratorio
			Archivo
		Oficina de Asesorías	
		Oficina Optimización	
15	Servicios para el Personal	Baños (60 Personas)	N° Mínimo de: 3 WC; 3 Lavatorios
		Duchas y Camarines (25 Personas Aprox.)	N° Mínimo de: 3 Duchas
		Casino (60 Personas)	Cocina
		Sala Primeros Auxilios	
		Sala Descanso Personal	



c. RECURSOS HUMANOS

El organigrama del personal fue realizado teniendo como base las necesidades humanas para el funcionamiento del área energética, sumándole a estas las necesidades de personal para mantener el área de investigación, la cual como ya revisamos se plantea en asociación con alguna organización gubernamental.



La Central Energética de Biomasa Forestal, como acabamos de revisar generara 62 puestos de trabajo directos. A esto se le debe sumar la necesidad de 6 camiones, a lo menos, los cuales serán contratados a una empresa externa, existiendo así 12 nuevos puestos mas de trabajo (conductor del camión más un pioneta).

Por otro lado, y mucho más importante como estrategia para la reconversión laboral, fortalecerá la Pyme regional asociada a la industria madera ya que generara una red de abastecimiento de materia prima, que consolidara un recurso extra seguro para estas empresas, mediante la compra periódica de sus desechos madereros.

Esto repercutirá, por otro lado la preocupación de CEBIF por almacenar estos desechos tratando de protegerlos de contaminarlos con material que pudiese dañar la maquinaria o perjudiquen las labores, se propone entonces una distribución de contenedores autobasculantes (marca referencial Tatoma), utilizados en terreno exclusivamente para el almacenamiento de desechos industriales madereros.



d. MODELO DE GESTION y NEGOCIOS

El modelo de gestión económica de este proyecto se plantea a partir de diferentes áreas:

- Subsidio Extranjero, actualmente el gobierno de Alemania mediante un convenio de desarrollo tecnológico, se encuentra invirtiendo en el país en proyectos que incluyan la biomasa forestal y las ERNC en general.
- Subsidio Gubernamental, debido al actual panorama de crisis en relación a la seguridad energética, la comisión nacional de energías se ha pronunciado sobre la voluntad del gobierno en invertir en formas de generación que integren las ERNC, además de fomentar las investigaciones al respecto.
- Inversión Privada

“El norte del gobierno es consolidar una situación de seguridad energética. Sabemos que la energía tiene un costo, pero la falta de energía tiene un costo aún mayor. Por ello, privilegiaremos el disponer de energía, aunque sea a un mayor costo.”⁸⁰

Por su parte, a lo referido a la administración y gestión de esta central, se propone una asociación público / privada que permita la investigación como aporte para el país y el fomento de nuevas inversiones de similares características en la zona.

Por su parte el modelo de negocios se resuelve mediante:



⁸⁰ Intervención de S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelete, en la inauguración de Seminario Agroenergía – Biocombustibles. Dirección de Prensa, Republica de Chile. Santiago, Chile. Julio 2006.

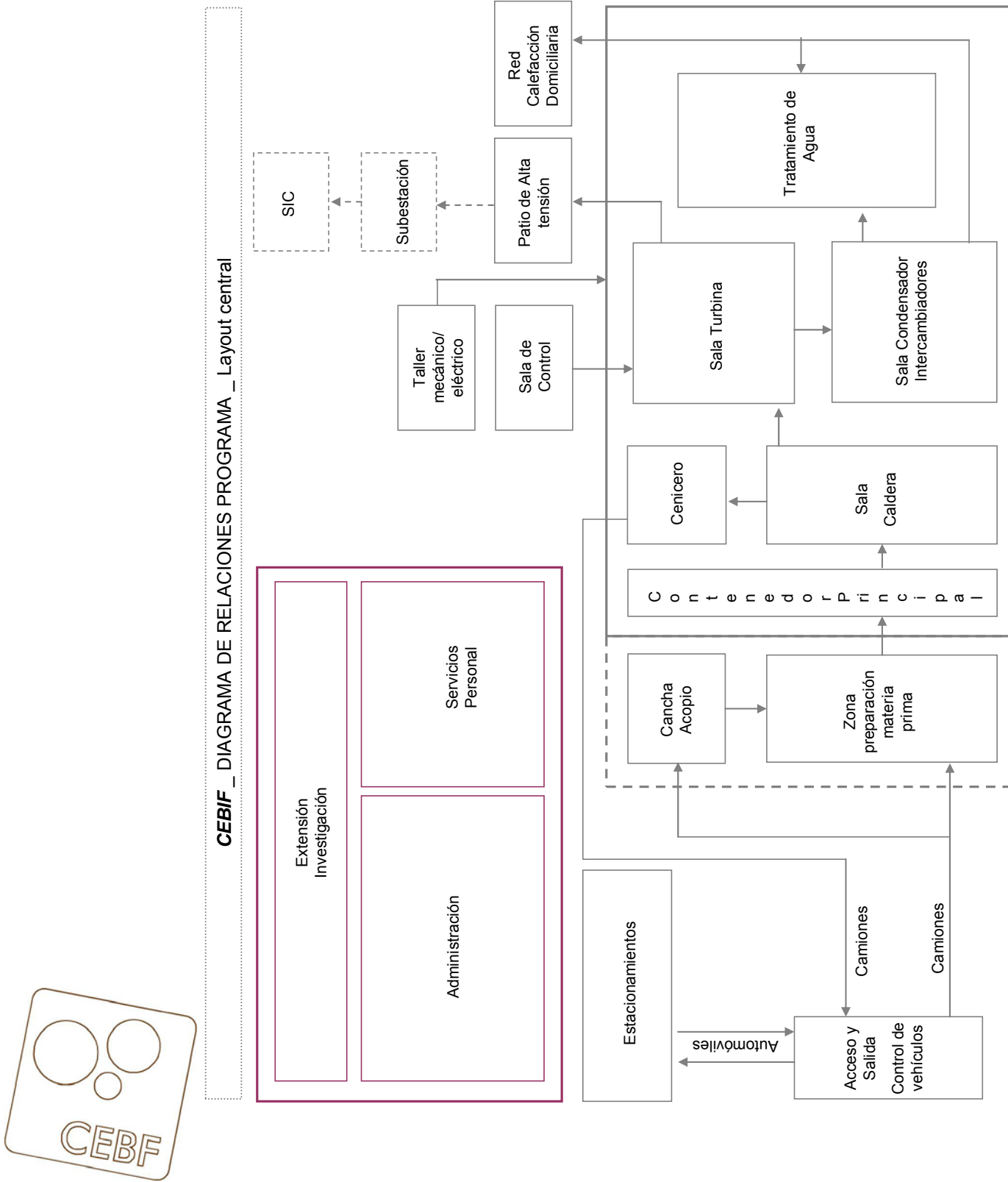
- Venta de la producción eléctrica al SIC.
- Venta de la capacidad térmica, mediante un Red de Calefacción Domiciliaria. (En una segunda etapa de consolidación del proyecto).
- Venta de bonos de carbono hasta el año 2012, si las condiciones no cambian, sería la fecha de tope del protocolo de Kyoto.
- Venta del material residual, cenizas. Para la generación de Compost, abono orgánico o alimento para la industria avícola.

El modelo considerado en este proyecto no es ampliable, si no que es replicable, principalmente por el marco legal existente en la actualidad y por el control necesario de la materia prima a utilizar sin volverse demasiado invasiva con su entorno.

Por lo anterior y recordando la materia prima disponible para este tipo de proyectos en la zona es posible la instalación de al menos tres (3) plantas de generación eléctrica a partir de la biomasa forestal, solo considerando los residuos industriales, ya que si incluimos en esta ecuación el manejo del bosque nativo, este numero se multiplica. Al respecto existen documentos que avalan el uso de los residuos generados naturalmente por el bosque nativo para la generación de energía, ya que éste sistema de manejo favorece la salud del bosque, evitando entre otras cosas los peligrosos incendios forestales y enfermedades del ecosistema.



e. MODELO PROGRAMATICO

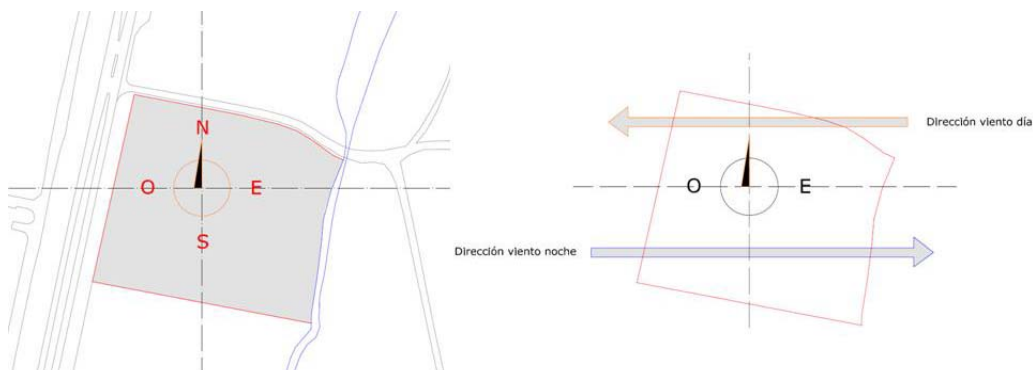


f. MODELO ESPACIAL

Como parte del proceso de diseño fueron consideradas como principales las particularidades del proyecto que influirían decisivamente en la resolución espacial y consecuente formalización del proyecto.

Como ya anteriormente revisamos, este proyecto se genera dentro de la tipología industrial, que sin embargo, posee una característica peculiar, la cual se resume es la gran superficie de acopio de materia prima que se debe incorporar como parte del programa.

Esta materia prima a su vez, tiene características especiales, las cuales se traducen en la necesidad de contención. El aserrín, al ser un material muy liviano, conlleva la posibilidad de grandes pérdidas de material, principalmente frente a la inclemencia de las corrientes del viento, lo cual se traduce en pérdidas económicas para la industria, pero además, y no menos importante, en contaminación del entorno inmediato en el cual se acopia este material, hecho que de ocurrir afectaría la vía principal de acceso a la ciudad de Coronel, que es donde se emplaza el proyecto. Por lo cual, a continuación se analizarán las principales direcciones del viento a las cuales se someterá el proyecto.

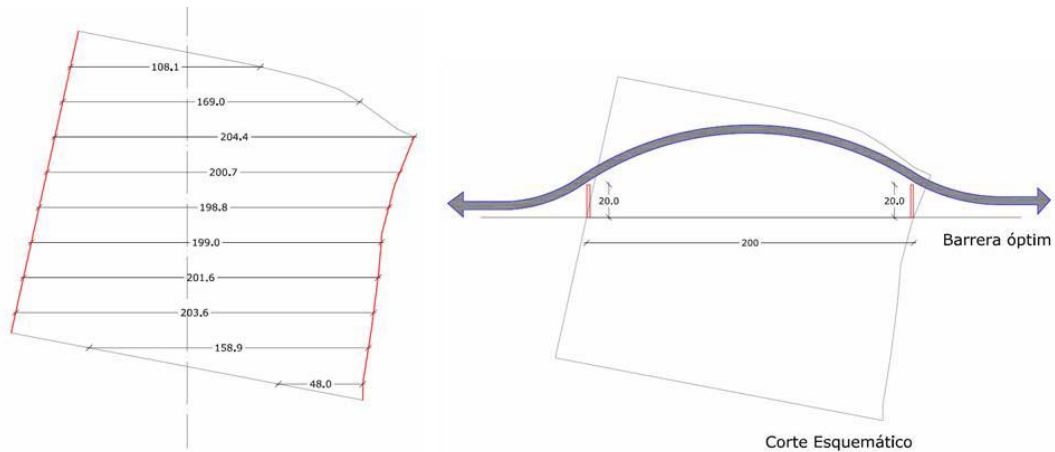


Con una velocidad promedio de 16 nudos, como ya anteriormente revisamos las corrientes de viento principales se presentan en dirección Oeste – Este.

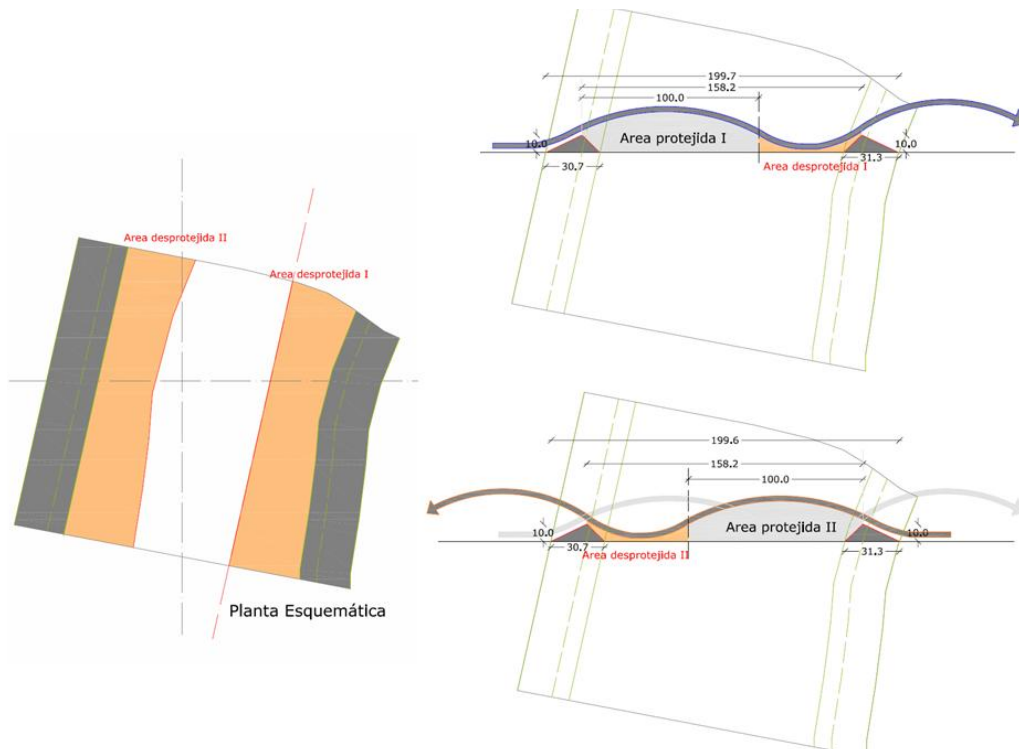
Según los autores revisados en relación al control de la sombra del viento⁸¹ indican que la proporción de la altura del rompevientos (h), se traduce en una sombra de viento de 10h.⁸²

⁸¹ Uno de los documentos revisados en relación al control de la sombra del viento: Understanding las técnicas de conservación de tierra. Fred Weber, Carol Stoney, y Dr. Edward Pytlík. Virginia. USA. 1989.





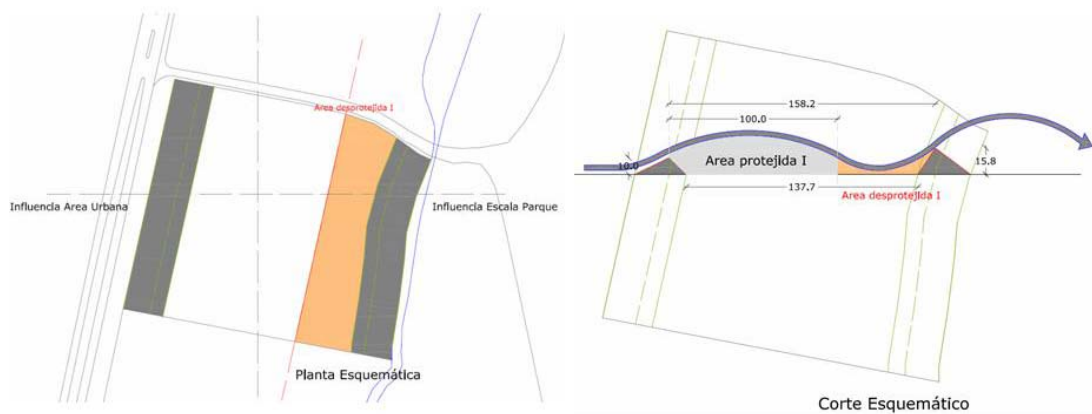
Como vemos en el ejercicio anterior, para controlar el viento en el terreno se necesitaría un “muro” de a lo menos 20 metros de altura de lado a lado en los deslindes este y oeste para controlar el viento, sin embargo, esta estrategia no resulta adecuada ya que correspondería a hacer una fachada sólida de 20 metros de altura a cada lado, resultando demasiado invasiva con su entorno.



La estrategia adoptada fue conceptualizar la idea del muro y comenzar a manipular el paisaje a favor de conseguir la sombra de viento necesaria. Es de esta forma que la

⁸² Se recomienda que para que se logre óptimamente esta proporción la longitud de la barrera debe de ser en una proporción promedio a 20 veces la altura de la barrera.

decisión fue realizar movimientos de tierra que modificaran el paisaje y lograr una estética diferente que favoreciera el deteriorado entorno en el que se emplaza el proyecto.



En agricultura se trabaja el control del viento con rompevientos a base de filas de árboles de gran altura. Esta alternativa a pesar de ser viable, en este proyecto se desechó principalmente porque el proyecto, pretende marcar el acceso al Parque Jorge Alessandri, con lo cual la estrategia fue trabajar el paisaje en oposición, la completa ausencia de árboles, existiendo movimientos de tierra “verdes” en el proyecto que traigan la vegetación hacia la carretera y entorno completamente industrial, sin generar otro “parque” aunque fuese menor escala; en contraste el gran telón de fondo densamente poblado de árboles que constituye el Parque J. Alessandri.

A continuación revisaremos la estructura general del proyecto que concluye en la formalización final. Se identifican tres zonas diferenciadas según función.



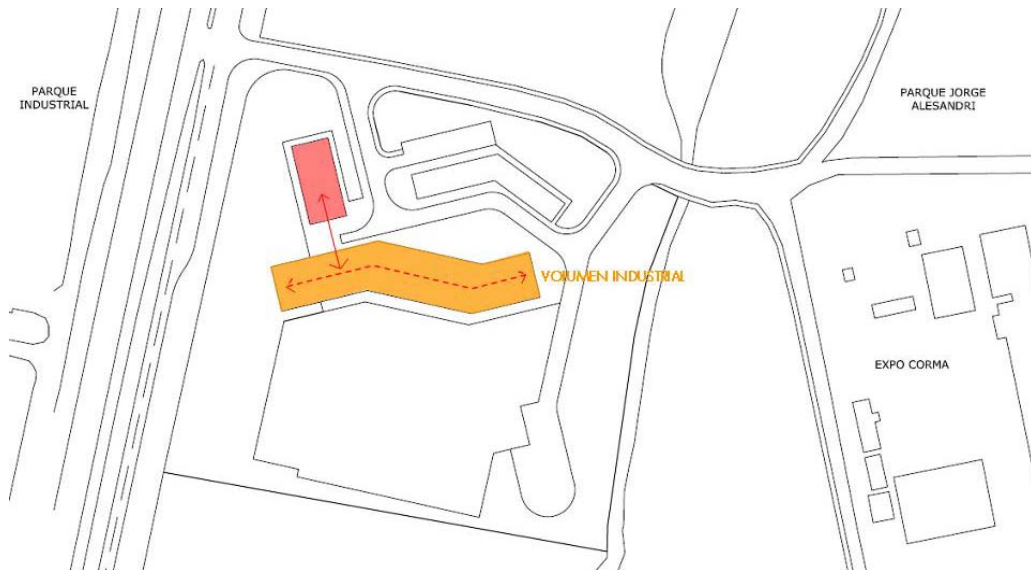


Una primera área perimetral de protección, otra área centrada en la producción y por último un área de almacenamiento.

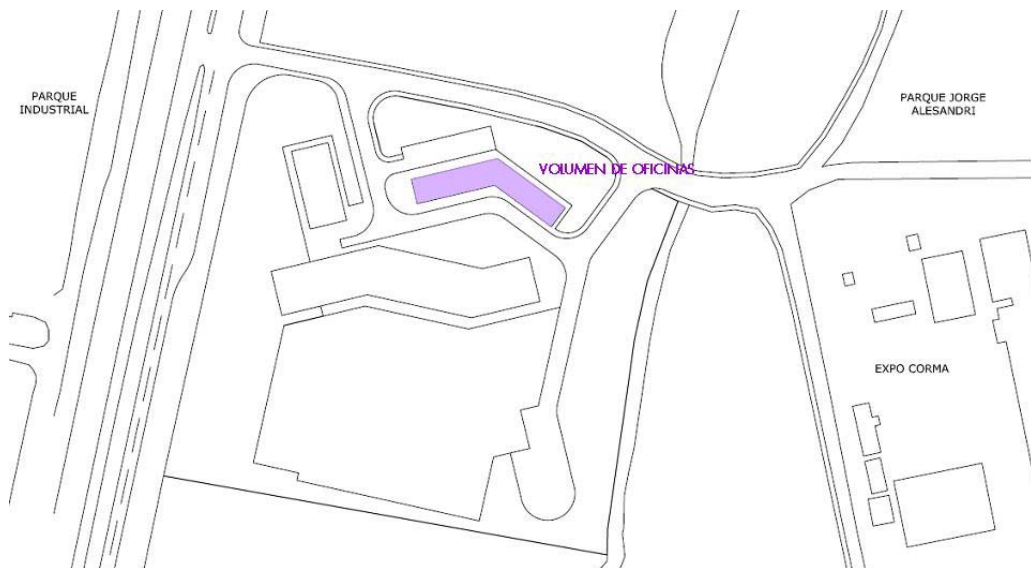
El programa por ser tan diferenciado resulto constituirse como elementos de paisaje. Es de esta forma que la caldera se trabaja en un sentido de faro, que marca el acceso al Parque y a la ExpoCorma que además genera una tensión vertical en todo el proyecto. Las dimensiones y escala de la caldera se diferencian a todo el resto de la industria, debido al tamaño de la maquinaria necesaria para la combustión de biomasa forestal.



Como un edificio complementario a la caldera, el volumen industrial es una estructura lineal que establece relaciones directas con el volumen de la caldera. Éste volumen contiene todo el programa industrial que es necesario para la generación eléctrica.

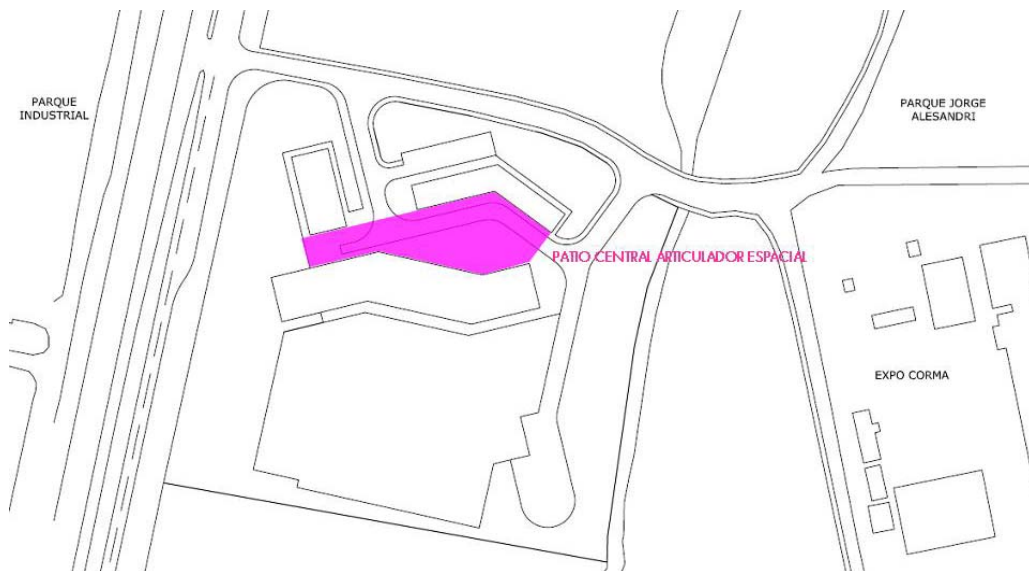


El volumen industrial cumple otras funciones, además de la contención del programa. Se configura como el límite norte que consolida y contiene el área de almacenamiento, que además protege a ésta de los fuertes vientos nortes (mal tiempo).



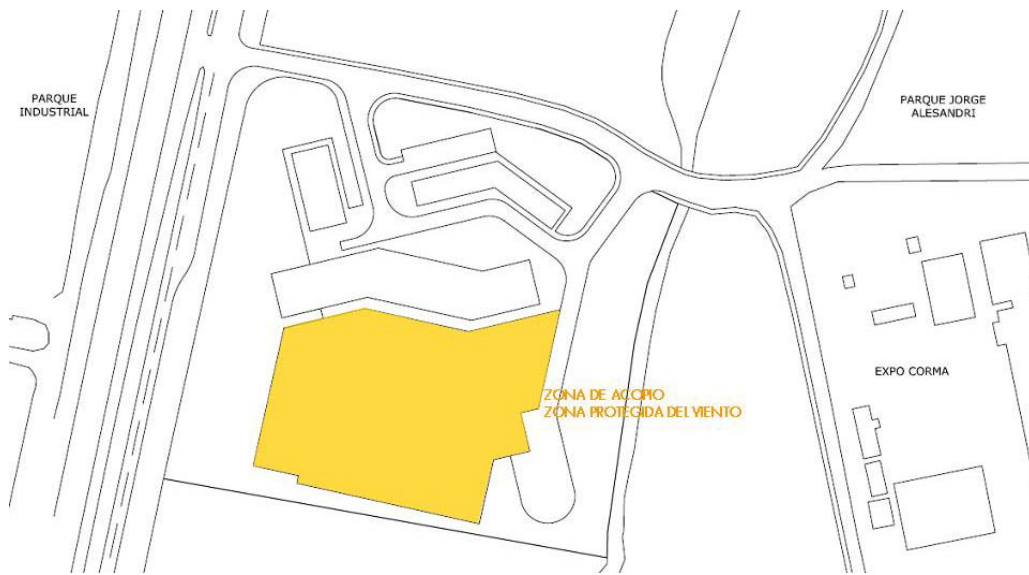
Como un volumen independiente por su función se emplaza el volumen de oficinas, conteniendo todo el programa de servicios para el personal, administración de la planta y un área habilitada para la investigación.

El patio central se estructura como el espacio articulador de los volúmenes, el cual los concentra en un espacio central, el que tiene como función permitir volcar las actividades que se generan dentro de los volúmenes hacia el exterior.

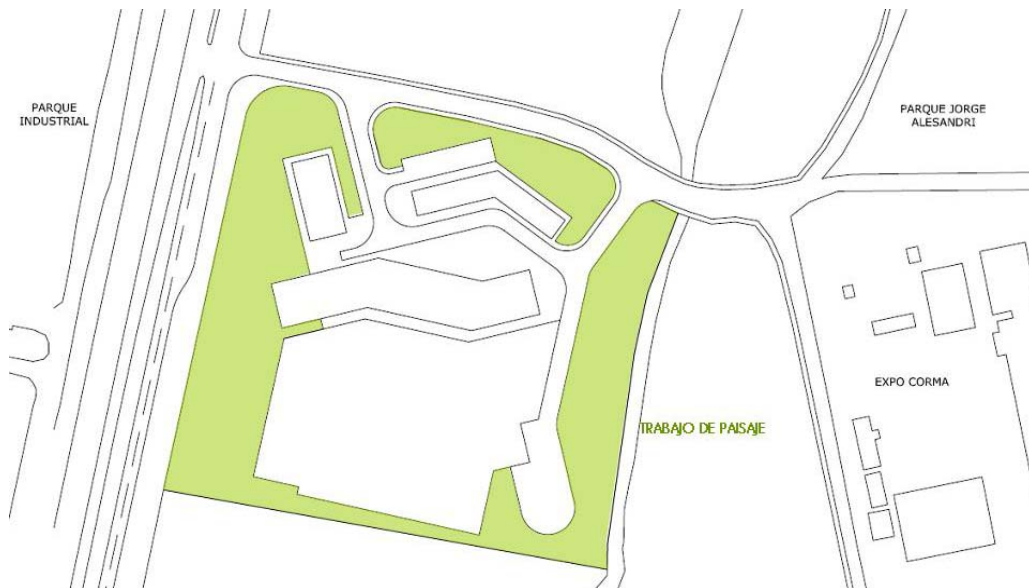


Finalmente, la zona de acopio se encuentra contenida y controlada ubicándose en toda la parte sur del proyecto.



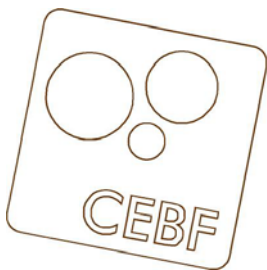
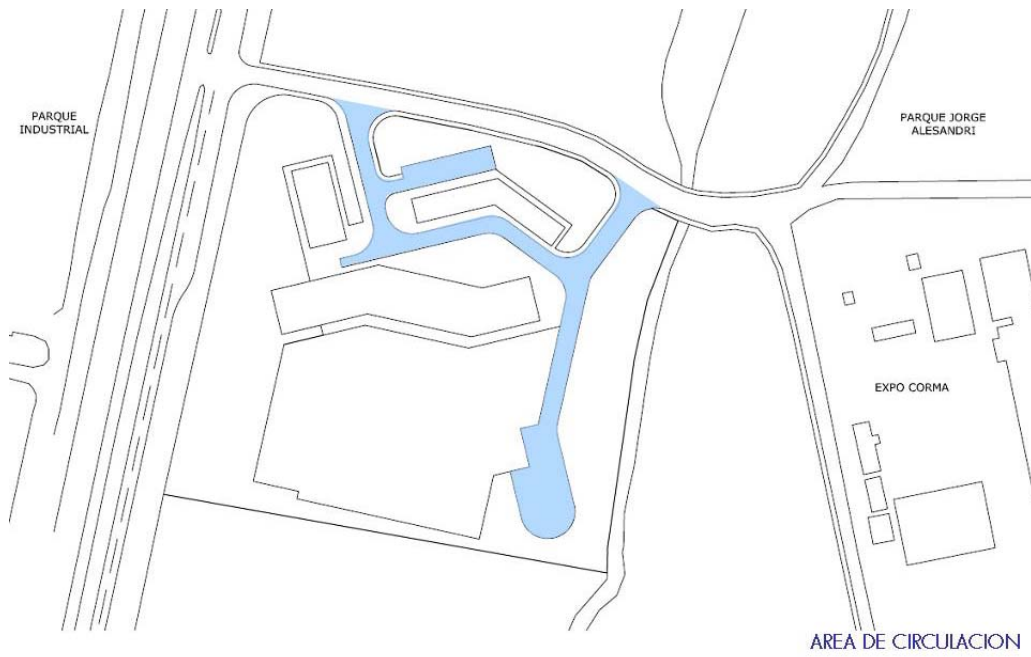


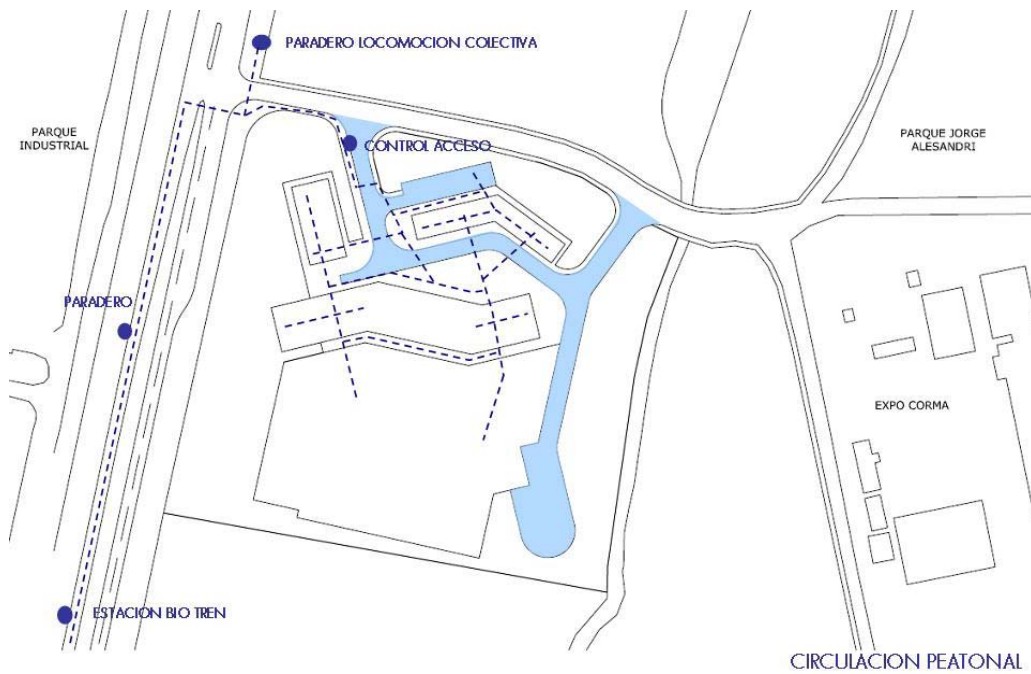
A continuación se muestra toda el área que será trabajada, modificando el paisaje mediante movimientos de tierra que serán cubiertos por vegetación, a partir de la necesidad, como ya revisamos, de controlar el viento y aprovechando este recurso como una estrategia de modificación del paisaje.



El área de circulaciones, conceptualmente es un hilo que une todas las partes del proyecto, permitiendo el acceso y distribución de camiones, vehículos y personas según corresponda.







La circulación de camiones que retiran la ceniza residual de este proyecto, se constituye como una circulación eventual ya que la frecuencia corresponde a un camión día, por lo que no resulta invasivo en el patio central su circulación.





g. MAQUETA DE PROCESO









08



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- *Aceituno, Franco.* La electrificación rural en Chile y el rol de las energías renovables. Seminario: Energías Renovables No Convencionales e Impacto Medio Ambiental. Universidad Gabriela Mistral. Comisión Nacional de Energía. Agosto 2005.
- Acuerdo de Kyoto Un informe de WWF/Adena sobre la Cuarta Conferencia de las Partes del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2-13 de noviembre 1998).
- *Bravo Oliva, Jaime.* Seminario: Energías Renovables no Convencionales e Impacto Ambiental. Universidad Gabriela Mistral. Comisión Nacional de Energía. Octubre 2005.
- *Bravo, Jaime.* Compromisos en energía dentro del plan de implementación de Johannesburgo. Acciones y desafíos de la Comisión Nacional de Energía.
- *Campino, José Rafael.* Seminario generación energía con biomasa. Disponibilidad de biomasa en Chile. Concepción, Chile. Junio, 2006
- *Castañeda, Cristián.* Evaluación técnico – económica de la utilización de desechos del manejo forestal de renovales del Roble, Raulí, Coihue, IX Región, en la generación de Energía. Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2007
- *Castro, Carlos.* Carbón del Bío Bío. Corporación de Estudios Nacionales. Santiago, Chile. 1988.
- *Comisión Nacional de Energía.* Balance nacional de Energía 2005.



- *Comisión de Energías Alternativas*. Colegio de Ingenieros. Publicación Oficial dentro del marco de la preparación de Proyecto País, Gobierno de Michelle Bachelete. 2006.
- *Covellio, Manlio*. Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: Dos años después de la Conferencia de Bonn. CEPAL. Publicación Naciones Unidas. Septiembre 2006.
- *Emanuelli, Patricio; Milla, Fabián*. Proyecto de conservación del Bosque Nativo. CONAF y Sociedad Alemana para la cooperación Técnica. 2002.
- *Fernandez, Marcela*. Análisis comparativo de de políticas y legislaciones referentes a bio-energía. Informe de consultaría para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Representación en Chile. Diciembre 2006.
- *Figuroa, Loreto*. Reconversión en una ciudad con memoria. Entre mutación y continuidad, condiciones para una reconversión no- mutagénica. Seminario de Investigación. Prof. Guía, Maria Bertrand. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2002.
- *IDAE*, Energías de la Biomasa. Manuales de Energía Renovables. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, turismo y comercio. España. Enero 2007.
- *INFOR*. Bio-energía un desafío sustentable, oportunidad para generación eléctrica en Chile a partir de recursos forestales. 2003.
- *International Energy Agency*. Bioenergy Project Development and Biomasa Supply. Good Practice Guidelines. Francia. Junio 2007.



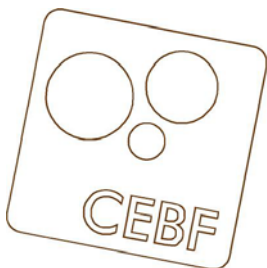
- *Lobos, German; Vallejos, Oscar; Caroca, Cesar; Marchant, Cristian.* El Mercado de los Bonos de Carbono ("bonos verdes"): Una Revisión. Revista Interamericana de Ambiente y Turismo. Volumen I. Número I. Agosto 2005.
- *Montes Ponce, Manuel.* Contexto actual, presente y futuro de la energía. Fomento de la Investigación Técnica Sectorial. Dirección General de la Política Tecnológica. Ministerio de Educación y Ciencia. Sevilla, España. Mayo 2006.
- *Ollero, Pedro.* La Energía de la Biomasa en el contexto energético actual. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. España. Mayo 2006.
- *Pacheco, Alejandro.* Bioenergía: Experiencia y Futuro. Energía Verde S.A. Noviembre 2006.
- *Palma, Rodrigo; Rojas Gabriel; Aranda Eduardo.* Historia y perspectivas de la investigación en torno a las energías renovables en Chile 1990-2001. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- *Poniachik, Karen.* Biocombustibles, un aporte para la seguridad energética. Ministra de Minería y Energía. Julio 2006.
- *Poniachik, Karen.* Los costos de la (in) seguridad energética. Ministerio de Minería y Energía. Noviembre 2006.
- *Pro-Chile.* Carbón-Expo 2007 Colonia, Alemania. Publicación: Chile busca mantener liderazgo en mercado del carbono. Santiago, Chile. Mayo 2007.
- *Revista Nuestra Tierra.* Ministerio de Agricultura. Número 242. Septiembre 2006.
- *Rodríguez, Manuel; Corvalan, Patricio; Gutiérrez, Misael.* La utilización potencial de la biomasa forestal en Chile como fuente de energía. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2006.



- *Rodríguez, Manuel.* ¿Es necesario innovar en el sector forestal? Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2006.
- *Rojas, Álvaro.* Conclusiones sobre el Seminario del Ministro de Agricultura de Chile. Seminario Internacional Agroenergía y Biocombustibles. Santiago, Chile. Julio 2006.
- *Santana, C.* Biomasa y energía en Chile: Situación y perspectivas. Seminario de Bioenergía, Una oportunidad para Chile. Septiembre 2005. Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- *Serrano, Pedro.* Publicación: Chile y la Energía de la Biomasa. Fundación Terram. 2006.
- *Siemens.* Soluciones tecnológicas para la (co) generación con Biomasa. Santiago, Chile. Septiembre 2004.
- *Siemens.* Umweltentlastende Technologies zur Stromerzeugung Technologien und Potenziale. DI Roman Bartha. Noviembre 2003.
- *Siemens.* Nutzung von Holz zur Erzeugung von Strom und Wärme. Power Generation. Abril 2003.
- *Serra, Pablo.* Biocombustibles desde la perspectiva energética. Comisión Nacional de Energía. Julio 2006.
- *UNAM.* Estimación del Recurso y Prospectiva Tecnológica de la Biomasa como Energético Renovable en México. México. Agosto 2005.
- *Universidad de Concepción.* Impacto ambiental al uso de Biomasa como fuente energética. Unidad de Desarrollo Tecnológico. 2007.



- *Universidad de Talca*. Combustión directa de biomasa. Combustor de lecho fluidizado burbujeante. Facultad de Ingeniería. Talca, Chile.
- *Vega Alarcón, Rodrigo*. Hacia una política nacional de bioenergía. Seminario Internacional. Fundación para la Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura. Temuco, Chile. Noviembre 2006.
- *Zuazagoitia, Jaime*. Eco-eficiencia con energías renovables. Cogeneración con Biomasa y potencial del Bosque Nativo. Concepción, Chile. Junio 2006
- www.cienciaytrabajo.cl
Revista Temática. Número leído n° 18. Octubre/diciembre 2005.
- www.fia.gob.cl
Fundación para la Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura.
- www.cne.cl
Comisión Nacional de Energía.
- www.elsur.cl
Diario El Sur.
- www.coronel.cl
Sitio oficial de la Municipalidad de Coronel.
- www.emol.cl
Diario electrónico El Mercurio.
- www.tercera.cl
Diario La Tercera.
- www.energiaverde.cl
Energía Verde Sociedad Anónima.
- www.aven.es
Agencia Valenciana de Energía.
- www.lyd.org
Libertad y Desarrollo.
- www.poch.cl
POCH Ambiental Sociedad Anónima.



- www.conama.cl
Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- www.asuntospublicos.org
Asuntos Públicos.
- www.corma.cl
Corporación Maderera
- www.cormabiobio.cl
Corporación Maderera de la Región del Bio bio
- www.infor.cl
Instituto Forestal
- www.lota.cl/sit-reconversion
Sistema de Reversión Territorial Coronel – Lota.
- www.cener.com
Centro de Energías Renovables
- www.coronelb.cl
Blog de vecinos de Coronel.
- www.gobiernobiobio.cl
Gobierno Regional de la Región del Bío bio
- www.udec.cl
Universidad de Concepción
- www.uchile.cl
Universidad de Chile
- www.ubiobio.cl
Universidad del Bio bio.
- www.innovabiobio.cl
Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Bío bio
- www.prochile.cl
Dirección de Promoción de Exportaciones
- www.fondef.cl
Fondo de fomento al desarrollo científico y tecnológico.
- www.energiaverde.cl





09



ANEXOS

a. TIPOS O FUENTES DE BIOMASA

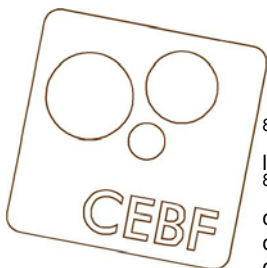
Existen diferentes tipos o fuentes de biomasa que pueden ser utilizados con fines energéticos, la definición más aceptada es la siguiente⁸³:

Biomasa natural: es la que se produce espontáneamente en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana. Los recursos generados en las podas naturales de un bosque constituyen un ejemplo de este tipo de biomasa. La utilización de estos recursos requiere de la gestión en su adquisición y transporte hasta el lugar de generación energético, lo que puede provocar que su uso sea inviable económicamente.

Biomasa residual seca: se incluyen en este grupo los subproductos sólidos no utilizados en las actividades agrícolas, en las forestales y en los procesos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera y que, por tanto, son considerados residuos. Este es el grupo que en la actualidad presenta un mayor interés desde el punto de vista del aprovechamiento industrial. Algunos ejemplos de este tipo de biomasa son la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, el aserrín, etc.

Biomasa residual húmeda: son los vertidos denominados biodegradables: las aguas residuales urbanas e industriales ⁸⁴ y los residuos ganaderos (principalmente purines).

Cultivos energéticos: son cultivos realizados con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Algunos ejemplos son el cardo (*cynara cardunculus*), el girasol cuando se destina a la producción de biocarburantes, el raps, etc.



⁸³ Definiciones contenidas en Confederación de la Pequeña y mediana empresa. Aragón. España. Guía de las energías renovables aplicadas a las PYMEs

⁸⁴ Según publicaciones de Green Peace no son considerados todas las aguas residuales ya sea urbanas como industriales, como recursos ambientalmente sustentables, ya que actualmente algunos de ellos contienen componentes altamente tóxicos y nocivos que al ser combustionados generarían gases que contradicen el balance neutro de la biomasa.

b. CO – GENERACION.

Las plantas de generación eléctrica en Chile son a base de un sistema de cogeneración, la cual es la generación simultánea de energía eléctrica y térmica en el lugar de consumo final de ésta. La cogeneración no es una tecnología sino un concepto de producción eficiente de energía.

“Mejorar la eficiencia en usos de la energía ocupando nuevas tecnologías: cogeneración (usar calor residual de centrales térmicas en calderas de suministro de vapor para fines industriales o calefacción domiciliaria), emplear artefactos eléctricos más eficientes, reemplazar fuentes de iluminación basadas en ampollita incandescente por otras que usen fluorescentes.”⁸⁵

Este proceso no es únicamente utilizable a nivel industrial ya que existen ejemplos españoles, finlandeses, suecos, entre otros, donde la capacidad eléctrica y térmica beneficia a la población directamente, poniendo a disposición del sistema eléctrico la energía producida y por otro lado generando un sistema de calefacción domiciliaria con la capacidad térmica residual del proceso.

La mayor eficiencia de la cogeneración se basa en el aprovechamiento del calor residual de un proceso de producción de electricidad, el que se aprovecha para producir energía térmica útil.⁸⁶

⁸⁵ Comisión de Energías Alternativas. Colegio de Ingenieros. Publicación Oficial dentro del marco de la preparación de Proyecto País, Gobierno de Michelle Bachelete. 2006.

⁸⁶ Zuazagoitia, Jaime. Eco-eficiencia con energías renovables. Cogeneración con Biomasa y potencial del Bosque Nativo. Concepción, Chile. Junio 2006



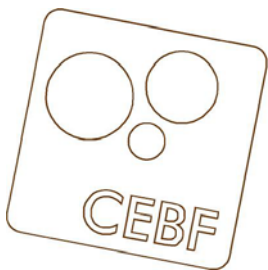
c. DEFINICIONES SECTOR ELECTRICO

Energía eléctrica: es la relacionada con la corriente de partículas llamadas electrones, y se define como el producto de la potencia eléctrica por el tiempo. Usualmente su unidad de medida es kilovatio – hora o kWh. La energía eléctrica es obtenida a partir de otras fuentes de energía y una vez entregada al consumidor éste la reconvierte a otro tipo de energía útil mediante diversos artefactos eléctricos. (CNE, 2005; AesGener, 2004).

Potencia: es la energía eléctrica consumida por unidad de tiempo. En este caso es la energía eléctrica que se consume en un tiempo determinado. La unidad de medida que se utiliza generalmente es el MW. (AesGener, 2004).

Potencia instalada: es la suma de las potencias nominales de los equipos generadores existentes en una central dada. (Castañeda, 2007)

Potencia o capacidad nominal: de un equipo es la potencia que puede suministrar, por periodos largos de tiempo, en condiciones de calentamiento definidas por su tipo de aislamiento y aquellas que garantizan su vida útil. (Castañeda, 2007).



d. ENTREVISTA A PATRICIO GONZALEZ: Jefe de proyectos del Instituto Forestal

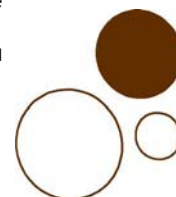
Entrevista a Patricio González, Jefe de Proyectos del Instituto Forestal, para el Diario Austral de Valdivia, en relación a una nota informativa sobre “Biomasa Forestal para producción de Energía”. Realizada en Julio del 2007.⁸⁷

¿Cuál es su visión respecto a la promoción del uso de la biomasa forestal para producción de energía?

La biomasa forestal tiene un gran potencial de aprovechamiento para la producción de energía, en los países desarrollados y en el mundo en desarrollo. En el ámbito de la producción de biocombustibles líquidos sabemos de la creciente polémica que se levanta en torno a los escenarios de competencia que genera la producción de bioetanol y biodiesel en base a cultivos agroenergéticos (maíz, trigo, colza). El surgimiento de conflictos con la producción agroalimentaria, la baja relación insumo producto de estos cultivos para producción de biocombustibles (hay que recordar que el desarrollo de estos cultivos requieren del empleo de fertilizantes, pesticidas y combustibles, gran parte de ellos, de origen fósil); y los problemas ambientales que rodean su producción, en parte los citados y porque estos cultivos en su mayoría son transgénicos; todo ello genera grandes desconfianzas respecto de su cultivo y según muchos especialistas, estos cultivos no llevan una adecuada contabilidad de costos y beneficios, estimándose que los costos y externalidades negativas superan a los beneficios.

De allí que en algunos países desarrollados, y asumiendo la necesidad de hacer sustentable esta industria, han levantado la opción de la producción de biocombustibles de segunda generación, como se les llama, esto es, los de origen lignocelulósico. Es el caso de Canadá, EE.UU., Alemania, por mencionar los principales, que estiman que esta industria

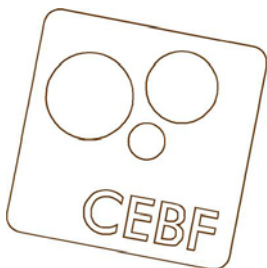
⁸⁷ La presente entrevista fue facilitada por Don Patricio González, en una entrevista personal que fue realizada en Julio, en marco de la presente investigación. Ésta entrevista no se encuentra editada y corresponde a las respuestas textuales que el entrevistado envió a la periodista Pamela Veillon, quien fue la realizadora de las preguntas aquí expuestas.



representa el futuro de la producción de biocombustibles. Sin embargo, las tecnologías están en desarrollo, aún no maduran o escalan lo suficiente, por lo menos con las urgencias que impone el tema de desprenderse de una vez por todas de la dependencia de los combustibles fósiles. Se deben aún superar problemas relacionados con los procesos de ruptura de las paredes de estos tejidos y su principal componente la lignina, sustancia que da sostén a las plantas, todo para poder llegar recién a acceder al recurso celulosa, que es el que se busca aprovechar mediante hidrólisis enzimática y fermentación para obtener finalmente bioetanol. La producción de estas enzimas resulta muy costosa aún, y son contados los complejos industriales que abordan el tema. Otros estudian el aparato digestivo de las termitas porque esperan encontrar allí las respuestas a las interrogantes que plantea este proceso de transformación de la madera en combustible líquido.

Pero la biomasa forestal no es sólo fuente de producción de biocombustibles líquidos; por sus propiedades es un recurso dendroenergético que puede dar origen a biocombustibles en sus tres estados, líquidos, los mencionados anteriormente; sólidos como pellets o briquetas (en base a aserrín y virutas) y gaseosos, gas que puede sustituir parcialmente combustible fósil en algunos motores de uso industrial. También es empleado el recurso para cogeneración (térmica y eléctrica), ejemplos tenemos en Chile, con las empresas Arauco Generación y Energía Verde, que generan energía para los complejos industriales de Arauco y CMPC, e incluso generan excedentes que son vendidos a los distribuidores de energía (SIC). Ejemplos hay variados en el mundo, en particular en países europeos (casos Finlandia y Suecia) en que estos recursos son aprovechados para producir energía calórica para calefacción domiciliaria bajo un modelo producción y distribución local o distrital. Existen casos ejemplarizadores de ciudades que se encaminan a ser cero dependientes de combustible fósil, como el caso de Vatxo en Suecia.

En resumen estos recursos biomásicos deben ser promocionados para aprovechar toda su diversidad de usos y aplicaciones, sin embargo la sustentabilidad de la industria pasa por el establecimiento de una masa crítica en plantaciones dendroenergéticas, y por el desarrollo de una política nacional de bioenergía, en la que la dendroenergía ocupe el sitio que su potencial está señalando.



¿En qué condiciones se encuentra Chile para llevar a cabo esta alternativa? ¿Por qué se informa que esta opción aún no es económicamente viable para el país?

Chile cuenta con un potencial significativo de recursos de biomasa forestal para aprovechamiento energético. Posee un recurso en plantaciones forestales de uso industrial de 2,2 millones de ha, se abren ahora expectativas de aprovechamiento del potencial productivo con la ley de fomento y manejo del bosque nativo.

Las actividades de silvicultura y manejo, y cosecha de estos recursos generan una importante cantidad de desechos forestales, los que unidos a los residuos madereros generados por la industria de transformación primaria y secundaria de la madera, suman un importante potencial de uso. Parte de estos desechos y residuos están siendo utilizados actualmente por las industrias para procesos de secado de madera y producción de energía (cogeneración) como se ha señalado. Las leyes eléctricas I y II, han establecido un piso interesante para promover el negocio de la generación de energía en base a fuentes renovables. La obligatoriedad impuesta a las empresas distribuidoras de energía de disponer en el sistema por lo menos un 5% de ERNC, estimula la entrada a este negocio de generación. El establecimiento de fondos concursables que financian los estudios de factibilidad de proyectos en base a ERNC también estimula a empresarios e inversionistas. Chile se encuentra en buen pie para estos desarrollos y la idea hoy es recoger todo el bagaje de experiencias en el mundo para seleccionar de entre todos los modelos aquellos que nos resultan más apropiados o adaptables a nuestra realidad. Está claro, se sabe que las ERNC no son competitivas si se las compara con otras fuentes energéticas; pero hay que entender este tema en la perspectiva de que somos un país altamente dependiente de combustibles fósiles, de tal forma que estamos obligados a diversificar nuestra matriz energética y a aprovechar todas las fuentes posibles de ERNC, porque todas ellas sumadas podrán contribuir a paliar nuestras demandas energéticas en el futuro. No resulta económicamente viable? A mi juicio el aprovechamiento de los recursos para energía deben realizar una adecuada evaluación de todos los costos y beneficios de la actividad (los retornos de energía versus inversión deben considerar los impactos ambientales sobre suelos, aguas, los servicios ambientales y el cambio climático); la sociedad en su conjunto también debe internalizar de que parte de los costos que significa privilegiar el uso de las ERNC tarde o temprano se trasladarán a precios, (ya estamos pagando por el tratamiento o reciclaje del



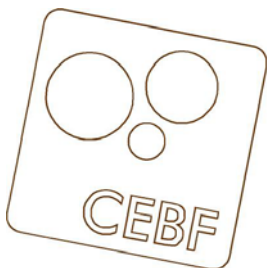
agua); y por otra parte no todo se debe dejar al arbitrio del mercado; se requiere del liderazgo del Estado para intervenir estas imperfecciones mediante los instrumentos apropiados para minimizar la competencia entre distintos ámbitos de la energía y hacer factibles estos emprendimientos.

La bioenergía es un sector estratégico demasiado vital e importante como para ser dejada sólo en manos del sector privado (no lo digo yo, lo dice el jefe de científicos de IUCN). El sector público debe urgentemente implementar una política nacional de bioenergía que asegure que los beneficios esperados del aprovechamiento de las ERNC sean no sólo percibidos sino también recibidos por toda la sociedad.

Asegurar que el agua, las mejores tierras cultivables y la biodiversidad no sean sacrificadas en aras de nuestra conveniencia.

¿Cómo visualiza esta alternativa energética a mediano y largo plazo? (A grosso modo)

Bueno, en la medida que el país adopte una estrategia general que incorpore la diversidad de fuentes energéticas disponibles y sustentables, la conservación de la energía, la eficiencia y ahorro de energía (sobre todo en el sector productivo y servicios como el transporte) y una adecuada planificación y gestión de los recursos energéticos estaremos dando los pasos decisivos para hacer realidad estas alternativas. Observo alentadores indicios de diversificación de usos de la biomasa forestal para dendroenergía, he mencionado los casos de las empresas cogeneradoras, hoy el país cuenta también con tres empresas incursionando en la producción de biocombustibles densificados (pellets) orientada a Europa, gran demandante de este combustible y cuya región experimenta déficits crecientes de este producto (demanda anual crece a un ritmo de 30%).



Por otro lado no se puede soslayar el caso de la leña que resulta singular y paradójal: este recurso dendroenergético pesa un 14% en la matriz de consumo energético nacional, y sin embargo el recurso no forma parte de ninguna política de bioenergía. Al contrario se le observa más como un mal que como un bien, en razón a los problemas de

contaminación atmosférica que genera el empleo de leña de mala calidad o húmeda; sin embargo este problema está hoy siendo abordado por especialistas de la U. Austral, en conjunto con CONAMA, CONAF y productores de leña, con la finalidad de regular y formalizar este negocio, actuando en toda la cadena productiva, desde el productor, canales comerciales y de distribución, hasta el consumidor final. Esto también es una señal positiva; quizás también la autoridad debiera intervenir mediante incentivos el cambio en las tecnologías de combustión, promoviendo aparatos más eficientes y quizás más a futuro también fomentando la transición al uso de una nueva generación de biocombustibles (pellets) de bajas emisiones y también certificados ambientalmente.

En el caso de los biocombustibles gaseosos a partir de residuos madereros generados por aserraderos para sustituir combustible fósil en motores industriales, también se comienzan a ver interesantes desarrollos; otros casos de proyectos de cogeneración en etapa de estudios de factibilidad con financiamiento CORFO; la decisión de la Presidenta de la República respecto de promover el uso de la biomasa forestal, informada en su reciente discurso del 21 de mayo; el liderazgo que parece asumir también ahora CORFO para coordinar a las instituciones en torno a estudios del potencial de aprovechamiento de la biomasa forestal para producción de biocombustibles de origen lignocelulósico; en fin, por mencionar sólo algunas positivas señales, todo permite vislumbrar a mediano y largo plazo que la biomasa forestal jugará un papel importante en la diversificación de nuestra matriz energética. Pero debemos comenzar a promover desde ya el establecimiento de un recurso con vocación para dendroenergía y la integración de la industria bioenergética que se alimente de este recurso para dar sustentabilidad al sector, todo sin sacrificar nuestros mejores suelos ni la biodiversidad, eso hay que tenerlo muy claro desde el principio porque de lo contrario estaremos desprestigiando al sector forestal.-



e. LEY 19.300: BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.

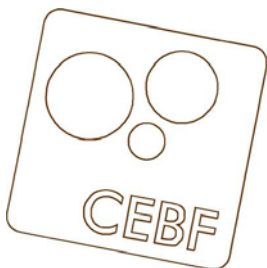
Titulo II. Artículo 11.

Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Para los efectos de evaluar el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), se considerará lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el reglamento.

S



PROFESIONALES CONSULTADOS

- Patricio González, Jefe de Proyectos del Instituto Forestal.
- Ricardo Rojas. Ingeniero Forestal Universidad de Chile.
- Luís Vargas. Ingeniero Eléctrico, Profesor Universidad de Chile
- Cristian García. Ingeniero Eléctrico, Universidad de Chile
- Carolina Rojas. Ingeniero Forestal, Universidad de Chile.
- Enrique Escobar, CTT, CORMA.
- Jimmy Ulloa, Arquitecto Universidad del Bío Bio. Municipalidad Coronel.
- Franco Aceituno, CNE. Encargado, Electrificación Rural con Energías Renovables.
- Mario Manríquez, Asociación Chilena de Energías Renovables Alternativas
- Francis Pfenniger, Arquitecto Profesor Universidad de Chile
- Leopoldo Dominicheti, Arquitecto, Vice Decano Universidad de Chile
- Jannete Roldan, Arquitecto Profesora Universidad de Chile
- Constantino Mawromatis, Arquitecto Profesor Universidad de Chile

