

RESUMEN

Con financiamiento del Gobierno Regional de Aysén el Instituto Forestal está desarrollando el programa Herramienta Sostenible para Negocios de Biomasa, cuyo principal objetivo es la búsqueda de alternativas tecnológicas para la producción de energía a partir de biomasa forestal que permitan la generación de esta con menores niveles de contaminación del aire y mayor eficiencia que con el tradicional uso de leña para este fin.

Países europeos, como España, Alemania y Suecia, han desarrollado diferentes técnicas de generación de energía a partir de biomasa forestal a mediana y pequeña escala para distribuir calefacción y electricidad a pequeños pueblos, empresas y edificios residenciales o para proveer combustibles basados en biomasa, como pellets, astillas y otros.

Dentro del marco del programa en Aysén se realizó en junio de 2016 una gira técnica a los países mencionados para visitar empresas, instituciones de investigación e investigadores vinculados con el uso de biomasa con fines energéticos.

Participaron en la gira investigadores de INFOR, un profesional de la SEREMI de Ambiente y un propietario forestal de la región, y en el presente trabajo se resumen las visitas a proyectos y las experiencias reunidas en cada país.

Palabras clave: Biomasa, Energía, España, Alemania, Suecia.

SUMMARY

The Chilean Forestry institute is carrying out the Sustainable Tool for Forest Biomass Business Programme in the Aysén region under the support of the Regional Government. The programme main objective is to find technical alternatives for forest biomass based energy production which can allow lower air pollution levels and higher efficiency than the traditional fuelwood based production.

European countries, such as Spain, Germany and Sweden, have developed different techniques for biomass based energy production at medium and small scales to provide heating and electricity to villages, enterprises, residential building or to supply biomass based fuels like pellets, chips or others.

Under the Aysén's programme framework a technical tour was realized on Jun 2016 to visit enterprises, research institutions and researchers on the matter in the mentioned countries.

INFOR's researchers, a professional from the regional Environment Secretary and a regional forest owner were the participants and this paper summarizes the visits to projects and experiences in each country.

Key words: Biomass, Energy, Spain, Germany, Sweden.

¹¹ Profesionales INFOR

¹² Profesional de la SEREMI Medio Ambiente Región de Aysén

¹³ Productor agroforestal, sector Valle Emperador Guillermo, Aysén.

INTRODUCCIÓN

INFOR está desarrollando el Programa Herramienta Sustentable para Negocios en Biomasa Forestal, con financiamiento del Gobierno Regional de la región de Aysén, en el marco del Concurso de Fondos de Innovación para la Competitividad (FIC) del año 2014.

Se contempló para el último año del programa realizar una gira técnica a España, Suecia y Alemania, con el objetivo de conocer la experiencia en estos países en el uso de biomasa leñosa para la generación de energía.

La experiencia existente y las tecnologías desarrolladas en estos países en materia de generación de energía térmica y eléctrica a partir de biomasa leñosa, en el uso sustentable de sus recursos y en políticas de Estado al respecto, es de interés para su aplicación en Chile y en especial en la región de Aysén, en términos de la utilización del recurso en pequeña y mediana escala.

Se contactó a consultores y especialistas de estos países, que han colaborado con INFOR en el desarrollo del actual programa y otros, o son especialistas en temas de interés, y a través de ellos se diseñó una gira técnica que abordó los temas señalados y otros que son importantes para los programas de trabajo de INFOR Patagonia.

La gira se realizó entre el 10 y el 25 de junio de 2016 y fueron visitadas diferentes plantas de generación y centros de investigación en diferentes lugares de estos tres países, conociéndose en cada caso no solo la tecnología de generación sino también la biomasa empleada, su acopio y almacenamiento y su proceso.

Destacan iniciativas tecnológicas de generación basadas en materiales como astillas y pellets para la provisión de calefacción y electricidad a pequeñas comunidades, a empresas, a edificios residenciales y otros, además de la producción de distintos combustibles basados en biomasa.

Se trata en general de desarrollos a mediana y pequeña escala, incluso domésticos, adaptables a diferentes ciclos de demanda energética, que podrían ser aplicables a la realidad de la región de Aysén sin demandar grandes inversiones, con menores niveles de contaminación ambiental y con un uso sostenible y eficiente de los recursos de biomasa forestal.

Como producto de estas visitas además se establecieron numerosos contactos con profesionales e instituciones que sin duda serán un importante apoyo para la continuación de los trabajos de INFOR en este campo.

En el presente trabajo se resumen las visitas realizadas y las experiencias conocidas en cada uno de estos países.

OBJETIVOS

Conocer en España, Suecia y Alemania diferentes usos y productos de biomasa forestal para fines energéticos.

Explorar nuevas tecnologías empleadas para producción de energía, a diferentes escalas, que puedan ser replicables dentro de la realidad regional de Aysén.

Conocer sistemas integrados de ordenación de biomasa y tecnologías asociadas a su uso con fines energéticos.

Establecer contactos y relaciones con instituciones, empresarios e investigadores, en España, Suecia y Alemania, vinculados a la producción de energía a partir de biomasa forestal.

ESPAÑA

Entre las experiencias visitadas se encuentran: Red de calor, maquinaria de producción de pellets domiciliaria, casa autosustentable, cogeneración y aprovechamiento forestal, y en los puntos siguientes se expone brevemente lo principal de cada una de las visitas.

Veolia - Red de Calor. Móstoles

La red de calor del distrito de Móstoles es un proyecto que tiene ya una gestión de aproximadamente 2 años para su instalación y su propósito es cambiar el antiguo sistema de calderas de edificios de apartamentos, que se alimentaban a carbón, petróleo o gas, por un sistema interconectado a una caldera central que pueda proveer tanto calefacción como agua sanitaria¹⁴ para los hogares.

El nuevo sistema incluyó el reemplazo de algunas calderas que ya se encontraban obsoletas por su sistema ineficiente y baja mantención, así como la instalación de la red tuberías aisladas que pudieran transportar el calor y el agua desde la caldera central hasta las edificaciones. Se destaca que el costo de instalación de las tuberías es de 1.000 €/m.

Un socio fundador del proyecto, comenta que fue necesario ejecutar más de 600 reuniones con las comunidades de vecinos, donde había que partir explicando desde qué era la biomasa y la extracción sustentable del recurso hasta el funcionamiento económico del sistema.

Este socio reitera que las personas siempre van a tener dudas y resistencias al cambio, ya que un nuevo proyecto conlleva la incertidumbre de su éxito y en tanto no se encuentra en funcionamiento las personas temen formar parte del mismo. Es por esto que es muy importante mantener a la comunidad informada para no perder la credibilidad del proceso. Finalmente, se lograron contratos con las comunidades de vecinos a 10 años plazo.

De forma paralela se realizó un fuerte trabajo con el municipio para lograr todos los permisos correspondientes a las obras civiles y localizar una nave que fuera estratégica para la instalación de la caldera.

Algunos detalles técnicos proporcionados por el proyecto se entregan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1
DETALLES TÉCNICOS DE LA RED DE CALOR MÓSTOLES

Nave	1.500 m²
Xilo	Piso móvil
Biomasa	Microastillas molidas con martillo
Calderas	2 unidades de 5 MW y 1 unidad de 2 MW

La nave fue adaptada estéticamente para que pudiera ser aceptada como proyecto sustentable y con esto lograr mayor recepción y adaptación al cambio por parte de los vecinos. En la Figura N° 1 se muestra la transformación externa del diseño de la nave buscando el concepto de sustentabilidad del sistema.

¹⁴ Agua sanitaria: Se refiere al uso de agua caliente doméstica para ducha u otros usos.



Figura N° 1
ADAPTACIÓN DE DISEÑO DE LA NAVE. ANTES (IZQ) DESPUÉS (DER)

Se han detectado algunos problemas en el sistema de alimentación, ya que la biomasa utilizada para las calderas no es la de mejor calidad, pues contiene piedras y posiblemente otros agente ajeno a las astillas que pueden perjudicar el correcto funcionamiento de la caldera. En la Figura N° 2 se muestran algunos problemas generados por estos materiales.



Figura N° 2
DAÑOS FALLAS EN TORNILLOS SIN FIN DE ALIMENTACIÓN DE ASTILLAS A LA CALDERA (IZQ)
Y ACUMULACIÓN DE PIEDRAS EN DEPÓSITO DE CENIZAS (DER)

La planta de calefacción se encontraba en un periodo de prueba durante la visita dada la época de primavera, en que la demanda calórica no es importante, permitiendo detectar y resolver errores del sistema antes de la puesta en marcha para el periodo invernal mayor demanda.



Figura N° 3
CALDERAS (IZQ) Y PISO MÓVIL (DER)



Figura N° 4
TUBERÍAS AISLADAS PARA CONDUCCIÓN DE AGUA SANITARIA (IZQ), PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN DE CALOR (DER)

FactorVerde - Planta Producción de Pellets. Valdarecete

FactorVerde es una empresa especializada en el proceso de logística y gestión de la biomasa, desde el bosque hasta su ubicación en la planta. La experiencia acumulada en el tratamiento de la biomasa, aprovisionamiento y servicios logísticos es amplia y consolidada, lo que les permite seleccionar desde el primer momento los recursos naturales excedentes y sometiéndolos a su tratamiento específico.

Dando un paso más en la gestión del recurso se propuso la construcción de la planta de producción de Valdarecete. Un socio fundador de FactorVerde, menciona que la construcción de la planta de Valdarecete los reafirma y posiciona en todo el proceso de tratamiento de biomasa. Esta se construyó de forma estratégica por su ubicación (cercanía con la ciudad de Madrid), lo que pone a disposición del consumidor un producto de calidad y a un costo menor de transporte. “Completamos todos los pasos de la cadena de valor referente al suministro de biomasa, contando con los equipos y las tecnologías, tanto de maquinaria como de transporte, más apropiados para cada caso en concreto, lo que hace que realicemos un trabajo de calidad con un alto grado de especialización”.

Otro punto importante dentro de la planta es que se alimenta solamente de madera en rollo, la troza se recibe, pasa por un proceso de descortezado, astillado y cribado (Figura N° 5), por lo que la calidad del pellet producido es muy alta y certificada con la normativa ENPlus. En este punto también se genera un subproducto de menor valor denominado astilla industrial.



Figura N° 5
PROCESO PRODUCCIÓN, ASTILLADO (IZQ), CRIBADO (CENTR), ASTILLA INDUSTRIAL (DER)

La astilla industrial es un producto difícil de comercializar y no existe un estándar para la venta, que puede hacerse a usando el contenido de humedad, la densidad de la madera o bien por peso del camión, por lo que es importante conocer los valores para cada una de estas variables de acuerdo a la especie y la producción que genera en MW, valores importantes para la industria eléctrica.

La mejor forma de comercialización es mediante el peso del camión y la especie, ya que las otras variables, como contenido de humedad y densidad de la madera, están sujetas a la forma de muestreo del lote, que puede ser subjetiva de acuerdo a la contraparte que haga la medición y con esto dar una medida erróneo o no representativa del lote.

En general, comercializar por contenido de humedad es muy castigado en el mercado y el secado forzado de la astilla no se paga. Otro aspecto importante en torno a la astilla es que a mayor contenido de humedad, el volumen de ocupación dentro del patio es mayor.

**Cuadro N° 2
VALOR DE ASTILLA DE ACUERDO A DIFERENTES VARIABLES
DENTRO DEL MERCADO ESPAÑOL**

Valor de astilla de acuerdo a MW	20 €
Astilla a 50% de CH	50 €/t

**Cuadro N° 3
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA DE VALDARECETE Y SU PRODUCCIÓN**

Consumo eléctrico de planta	150 kw
Producción pellet/hora	3 t
Capacidad de producción máxima	25.000 t/año
Biomasa	Microastillas molidas con martillo
Rendimiento astilladora	97%
Capacidad de carga de camión	24 t o 30 m³
2 t de trozas producen	1 t de pellet

La producción de pellets, astillas o cualquier producto de la madera produce aserrín o polvillo, por lo que si se está tranajando con maquinaria que genera calor las medidas preventivas son muy importantes.

Se requiere así de la instalación de una serie de tuberías extractivas del polvillo en los distintos puntos donde se genera el mismo. Este polvillo posteriormente, se puede reinsertar al sistema para que pueda formar parte del pellet.

Finalmente, para garantizar la calidad de la producción y llevar un control de cada lote, es necesario contar con un área de pruebas de calidad (Figura N° 6).

En el caso de los pellets no se requiere de una gran inversión para controlar la calidad del producto, las maquinarias requeridas son: medidor de humedad (por conductividad u otro sistema), balanza digital, analizador de durabilidad mecánica, tamiz y pie de metro digital.

En la Figura N° 7 se muestran algunos aspectos de la planta de producción de pellets de FactorVerde.



Figura N° 6
ALMACENAMIENTO MUESTRAS (SUP IZQ), MEDIDOR DE HUMEDAD POR CONDUCTIVIDAD (SUP DER),
PROBETA VOLUMÉTRICA (INF IZQ) Y ANALIZADOR RESISTENCIA MECÁNICA (INF DER)



Figura N° 7
ASTILLAS DE RESIDUOS EN PISO MÓVIL (SUP IZQ), PRODUCCIÓN DE MICROASTILLAS Y SECADO
PARA PELLETT (SUP DER), ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA (INF IZQ) Y XILOS DE
ALMACENAMIENTO DE PRODUCCIÓN (INF DER)

Ecofricalia - Planta Producción de Pellet a Pequeña Escala. Las Pedroñeras

Ecofricalia es una pyme dedicada a la promoción, distribución y venta de soluciones sostenibles, atendiendo las necesidades energéticas de hogares y empresas. Presta asesoría sobre instalación de maquinarias hasta el aprovisionamiento del recurso para la alimentación de calderas de biomasa. Se encuentra ubicada en la localidad de Las Pedroñeras, en la provincia de Castilla – La Mancha, un sector rural especialmente focalizado a la producción agrícola de ajo, y Ecofricalia es la primera empresa de este tipo instalada en esta región.

La empresa trabaja con maquinaria de marca Smartec, de origen italiano, la cual se encuentra en varias capacidades de producción. La planta peletizadora modelo PLT-800 ocupa un área de 80 m², consume 60kw/h y tiene una capacidad de producción de 500 kg de pellet/día, el sistema puede ser monofásico o trifásico de acuerdo a las necesidades del consumidor. En la Figura N° 8 se muestra el esquema de la planta.



Figura N° 8
PLANTA PELLETIZADORA PLT-800

Esta planta permite la producción de pellet a escala doméstica, con una producción pequeña para atender la demanda de calor de, por ejemplo, un aserradero artesanal o bien de calderas o estufas en un área aislada donde exista disponibilidad de aserrín. Esto resulta interesante para la Región de Aysén, donde el costo de transporte del pellet puede encarecer el producto en su destino final, sin embargo, aplicando este tipo de maquinaria en un sector de producción forestal que se encuentra aislado y que tiene disponibilidad de aserrín perfectamente puede aplicarse y ahorrarse el transporte.

Un aspecto relevante en la producción de pellets es el control de la materia prima que ingresa al proceso productivo, una falencia de este sistema, es que la persona que trabaja en la producción debe tener conocimiento sobre la calidad de la materia prima que ingresa, la cual debe ser aserrín, libre de impurezas y un contenido de humedad menor al 10%.

El gerente de Ecofricalia menciona que adquirir una planta de este tipo requiere de un tiempo de adaptación a su sistema, "tuvimos un cliente que adquirió la planta y producía 300 kg/día y nos llamaba para preguntar por la razón de su producción era tan baja, pero el problema no era la

maquinaria sino la falta de costumbre al proceso productivo, después de un tiempo y la constante asesoría logró producir con la máxima capacidad de la planta”.

Esta línea productiva también posee otras maquinarias adicionales, como ensacadora para empacar los pellets, secador de aserrín y otras.

También, existen otras maquinarias de menor tamaño para una escala de producción más personalizada o doméstica desde 50kg/día hasta 400 kg/día. Las pelletizadoras Smartec son compactas, móviles y muy flexibles. La alimentación puede ser por electricidad, motor de gasolina o toma de fuerza para tractor.

En la Figura N° 9 se muestran algunos aspectos de la visita a la planta de Ecofricalia.

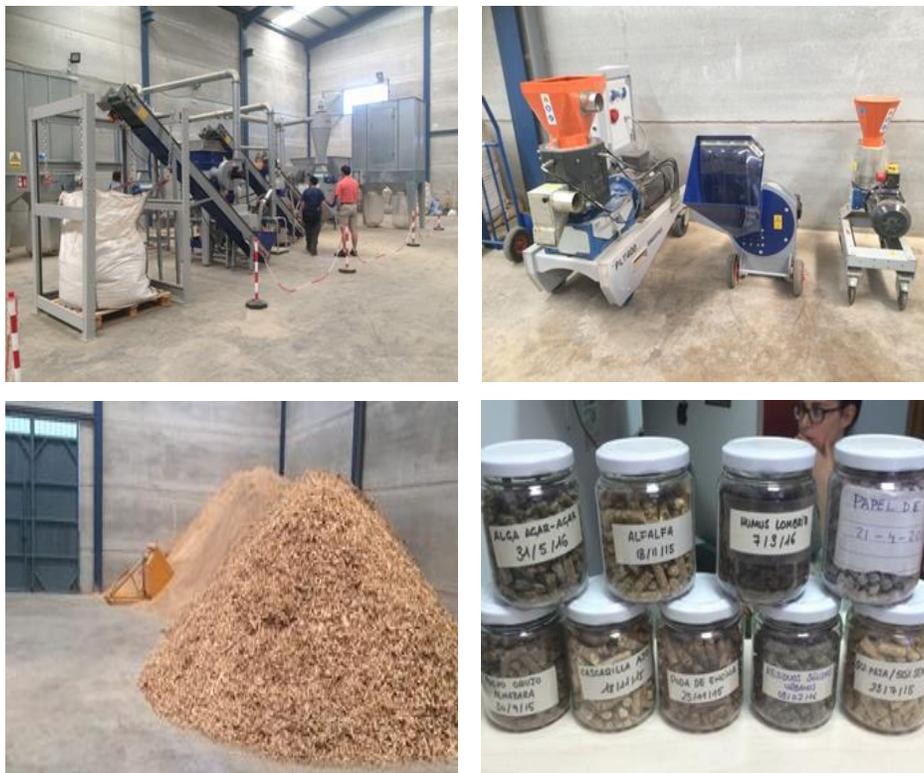


Figura N° 9
PLANTA PELLETIZADORA (SUP IZQ), PELLETIZADORAS DE MENOR TAMAÑO (SUP DER), MATERIAL ACOPIADO (INF IZQ) Y PUEBAS DE PELLETIZADO CON DISTINTOS MATERIALES (INF DER)

Casa Autosustentable - Residencial Camino Real

Edificio departamental de 440 m² que cuenta con 6 apartamentos que funcionan con energía foto voltaica para su consumo eléctrico y con una caldera a pellet que produce la calefacción y el agua sanitaria de consumo.

Este edificio es una herencia familiar y su dueño comenta que debido a los incentivos existentes en su momento para la eficiencia energética se optó por mejorar la aislación del edificio, empezando por la sustitución de puertas y ventanas (Figura N° 10), posteriormente se quiso producir la propia electricidad por lo que se instalaron paneles fotovoltaicos y se culminó con el cambio de la antigua caldera por una caldera a pellet, la que mejoró sustancialmente la calidad de vida dentro del edificio, ya que la caldera anterior requería mayor mantenimiento y mayor demanda de combustible.



Figura N° 10
TERMOPANEL DE 3 CAPAS CON MOSQUITERO Y PERSIANA EXTERNA (IZQ) Y PANELES FOTOVOLTAICOS EN EL TECHO (DER)

El propietario lo considera un buen negocio, “produzco mi propia energía y se la cobramos a los inquilinos dentro del arriendo, lo que para ellos significa un ahorro, ahora tengo lista de espera de personas que desean arrendar”. En España existe la certificación energética de las edificaciones, en el caso de este edificio departamental la eficiencia corresponde a “A Plus”, siendo una edificación con buena aislación y sistema de calefacción. La caldera de pellet es de 10kw de producción (Figura N° 11) y cuenta con termoacumuladores de inercia para apoyar el inicio de la caldera, la amortización de la inversión por la caldera es muy rápida. Cuenta con un xilo de 3 t que se llena 2 veces al año, la limpieza es totalmente automática.



Figura N° 11
CALDERA DE PELLETT

Galpellet – Cogeneración. Galicia

Galpellet es una empresa Ourense ubicada en la provincia de Galicia, dedicada a la producción de pellets como producto secundario y energía eléctrica como principal objetivo de producción.

La producción de pellets se realiza con desechos de otras industrias como aserrín y tapas de aserraderos (Figura N° 12), las astillas no se utilizan porque son más difíciles de reastillar y no producen el tamaño adecuado del grano de aserrín.

La materia prima corresponde a diferentes variedades de pino, el eucalipto no se considera porque es muy difícil de pelletizar. El mejor material se utiliza para producir pellet, todo lo que implica algún tipo de desecho o de menor calidad se introduce a la caldera.



Figura N° 12
ACOPIO DE MATERIAL DE DESECHO DE OTRAS INDUSTRIAS

De acuerdo con el encargado de producción de la planta, el quemado de desechos (Figura N° 13) dentro de la caldera no es el idóneo debido al material, ya que se produce una menor cantidad de energía por tonelada de este y además implica un mayor mantenimiento de la caldera y sus partes, mientras que con material de calidad, como astillas eléctricas, su capacidad productiva aumentaría y se reducirían las horas y costos de mantenimiento.

La planta trabaja con un sistema ORC o de ciclo orgánico de Rankine¹⁵ de tipo 90-60, lo que quiere decir que ingresa el fluido a 90°C y se reduce su calor a 60°C, lo que produce una pérdida de calor pero que funciona para el proceso ejecutado.

Todo el sistema se encuentra controlado por medio de sistemas computarizados y en línea, que les permite controlar el funcionamiento de la maquinaria y la producción (Figura N° 13).

Este sistema es un “todo a todo”, se ingresa energía al sistema y la compran más barato, esto sucede por las políticas energéticas imperantes en España donde las ERNC¹⁶ se encuentran bonificadas, lo que adicionalmente les permite seleccionar, de acuerdo a la época u horas, si es más conveniente producir energía eléctrica o bien producir pellets.

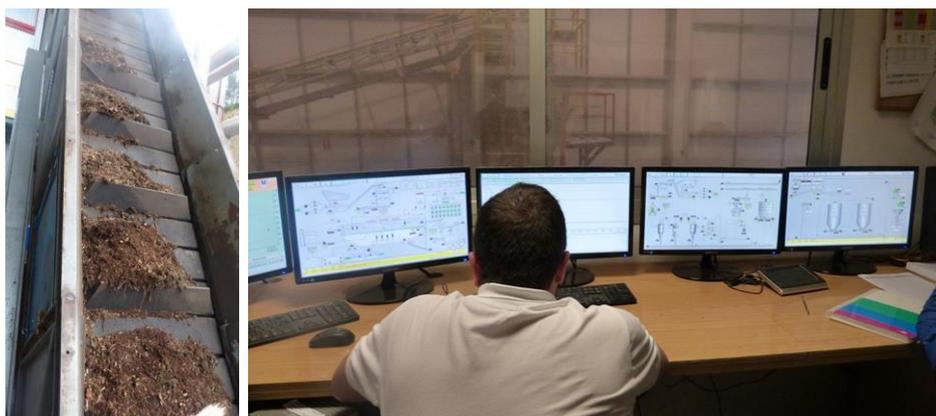
¹⁵ ORC= Utiliza un aceite orgánico o fluido orgánico en una caldera de baja temperatura como fluido intermedio. La temperatura de operación está entre 70 °C y 300 °C, debido a las propiedades físicas del fluido orgánico, la expansión del vapor saturado no conduce a la zona de vapor húmedo, sino que queda en la zona de vapor sobrecalentado.

¹⁶ ERNC: Energías renovables no convencionales

En el Cuadro N° 4 se muestran algunas características técnicas del funcionamiento de la planta de cogeneración.

**Cuadro N° 4
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN GALPELLET**

Producción	600 kw/h
Capacidad de producción máxima pellet	20.000 t/año
Costo aserrín	42 €/ton
Biomasa	Microastillas (P16) molidas con martillo
Costo de desechos del bosque	9 €/m ³
Capacidad xilos	300.000 m ³
2 t de trozas producen	1 t de pellet
Trabajadores	2 personas/turno
Duración de turno	12 h



**Figura N° 13
MATERIAL QUE ALIMENTA A LA CALDERA (IZQ) Y
SISTEMA CENTRAL DE CONTROL DE PRODUCCIÓN (DER)**

Todo proceso productivo genera algún tipo de residuo, en este caso la planta de cogeneración produce ceniza, Galpellet entrega la ceniza sin costo a un biogestor que la introduce a su proceso, esto le permite a la empresa deshacerse de sus residuos sin necesidad de efectuar un tratamiento adicional y ahorrarse el manejo.

En la Figura N° 14 se muestran imágenes con diferentes aspectos de la planta de cogeneración de Galpellet, la materia prima empleada y su equipamiento.



Figura N° 14
ASPECTOS DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN DE GALPELLET

Expo Genera

Del 15 al 17 de junio IFEMA realizó la Feria Internacional de Energía y Medio Ambiente, con la participación de 166 empresas de 29 países, con un amplio programa de Jornadas Técnicas y con las presentaciones empresariales reunidas en Foro GENERA.

Dentro del marco de esta feria se desarrollaron también las Jornadas Internacionales de Tecnología y Medio Ambiente, organizadas por la Fundación para el Conocimiento Madrid.

La delegación de la gira técnica participó el día 17 de junio en las jornadas técnicas correspondientes al aprovechamiento de la biomasa.

La estrategia baja en carbono en el marco europeo 2030, la contribución de los servicios energéticos al desarrollo de las ciudades inteligentes, la eficiencia energética en la rehabilitación de edificios, los avances y retos en biomasa, la cogeneración termoeléctrica, y el análisis de casos de éxito en autoconsumo y de modelos energéticos sostenibles, fueron algunos de los temas tratados por diferentes expertos y profesionales del sector.



Figura N° 15
DELEGACIÓN EN JORNADAS TÉCNICAS DE GENERA 2016

SUECIA

En Suecia fueron visitadas principalmente tecnologías de cogeneración doméstica y cogeneración por medio de la gasificación de biomasa.

INRESOL - Motores Stirling

INRESOL es una empresa estatal Sueca que actualmente se está centrando en los productos de tecnología Stirling y en las energías renovables, como la energía solar para los desiertos, los biocombustibles y la energía a partir de residuos.

El Grupo INRESOL ha trabajado en Suecia y también en India.

El CEO de INRESOL menciona que en la limitada disponibilidad y variedad en los productos actuales en motores Stirling es donde ven el espacio en el mercado y la necesidad de su producto.

Señala que “nuestro principal objetivo es satisfacer esas necesidades y llenar ese vacío, queremos hacer que el motor Stirling INRESOL, modelo Genius (Figura N° 16) esté a disposición de todos los que deseen poseer uno y producir su propia energía y calefacción”.

Agrega que “usando una combinación de tecnologías eficaces, de bajos costos, así como la tecnología probada original de Stirling Ingeniería, podemos producir energía ahora asequible y portátil, que es muy diferente de la mayoría de los proyectos Stirling de más edad en que los materiales grandes y costosos han reducido la disponibilidad y el uso”.

De acuerdo a un estudio ejecutado por la empresa, se determinó que la demanda promedio de un hogar en relación al consumo de energía es de 1kw/h, existiendo puntos críticos de hasta 8 kw/h, donde el motor puede perfectamente cubrir esta demanda ya que tiene una capacidad de 5 kw/h con una máxima de 10 kw/h gracias a la batería interna.

En el Cuadro N° 5 se entregan algunas características técnicas del motor Stirling modelo Genius.

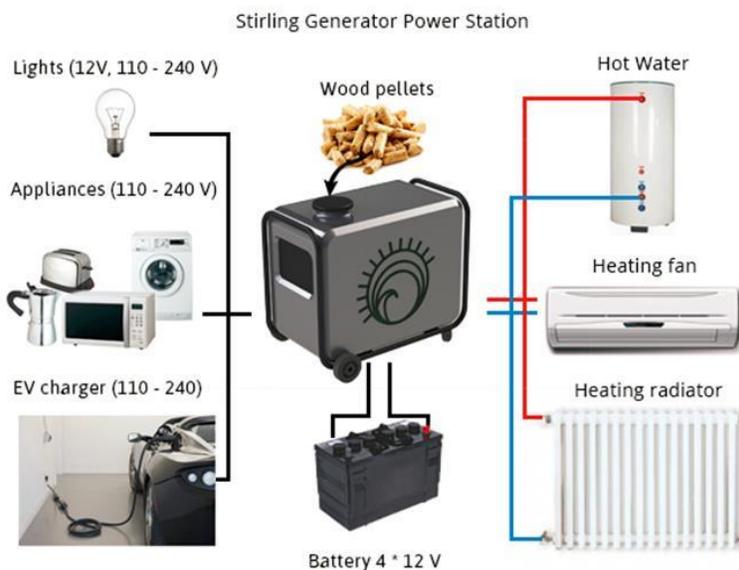


Figura N° 16
MOTOR STIRLING MODELO GENIOUS DE COGENERACIÓN PORTÁTIL Y SUS APLICACIONES

Cuadro N° 5
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MOTOR STIRLING MODELO GENIOUS

Potencia del motor	5 kW de potencia continua, Max 10 kW intermitentes de hasta 5 minutos (batería interna)
Consumo de pellets	8 kg/día
Mando a distancia	LAN / WLAN (Internet) a través de un teléfono inteligente / tableta / iPad o PC
Calentador / desplazador	900 - 1100 ° C
Cooler (y el sistema de calefacción opcional)	Construido en el radiador del motor + salida hidráulica (1/2 "conectores, 50/60 ° C)
Eficiencia (eléctrica)	22%
Eficiencia (CAE)	90%
Voltaje de entrada DC	300-500 V con dos circuitos MPPT para la energía solar y eólica
Capacidad de la batería	300 V, 2.5Ah (se puede extender a mayor capacidad)
Vida útil	10 años



Figura N° 17
LABORATORIO DE PRUEBA DE MOTORES (IZQ) Y SISTEMA ELECTRÓNICO CONTROL A DISTANCIA

Meva Energy - Gasificador de Biomasa. Hortlax, Pitea

Meva Energy trabaja con la gasificación por ciclón de la biomasa VIPP (*Vortex Intense Power Progress*) para la producción de energía renovable. Esta empresa fue fundada en 2008 como resultado de la investigación de gasificación de biomasa en la Universidad Tecnológica de Lulea y en el centro ETC gasificación, posteriormente se fundó la empresa con apoyo del Estado de Suecia y desde entonces se ha dedicado a la construcción de experiencia en la ingeniería de procesos termoquímicos, la gasificación y limpieza de gas de síntesis.

Su nacimiento desde la universidad ha llevado a la empresa a continuar investigando en el área, mejorando procesos y llevando todo a I+D, siempre con un trabajo conjunto con su alma mater.

De acuerdo con el CEO de Meva Energy, la clave para una aplicación de cogeneración de biomasa rentable y sostenible es el uso de materia prima rentable, después de todo, los costos de biomasa representan la parte más gravitante de los gastos de funcionamiento. Por lo tanto, "nos estamos adaptando para el uso no solo de los combustibles de madera convencionales, tales como pellets de biomasa, sino también a otras fuentes de biomasa de menor costo, como el aserrín, la cáscara de la agricultura y los residuos de fibra industrial".

Cuadro N° 6
CARACTERÍSTIAS TÉCNICAS DE PLANTA VIPP MEVA ENERGY

Potencia de la planta	1,2 MW (eléctrico) – 2,4 MW (térmico)
Consumo pellet	1 t/h
Contenido de humedad de materia prima	Menor a 10% CH
Demanda energética interna	70 kW
Aprovisionamiento de hogares	2.000 hogares (electricidad) – 500 hogares (térmico)
Trabajo anual	320 días/año en jornadas de 24 h/día

La planta de gasificación se encuentra en la localidad de Hortlax y pertenece al municipio de Pitea. En este caso particular, la instalación de la planta responde a un trabajo conjunto entre la Universidad de Lulea, Meva Energy, Cummings Power y el Municipio de Pitea.

El municipio prestó el espacio físico para la ubicación de la planta con la condición que se utilice solamente pellet de la localidad para alimentar la planta.

La planta se ubica dentro de una casa adaptada para la ubicación de toda la maquinaria (Figura N° 18), es por esto que su diseño no es el más idóneo en cuanto a acceso a las distintas partes de la planta, sin embargo esto no impide el correcto funcionamiento de la planta, solo dificulta la operatividad del sistema.

Es importante mencionar que la planta se ubica en medio de un barrio residencial y que no existe ningún tipo de resistencia por parte de los residentes a su funcionamiento, ya que esta no produce ruido ni emisiones durante su operación.



Figura N° 18
PLANTA HORTLAX, MEVA ENERGY

La planta presentaba una dificultad técnica en el proceso de enfriamiento o limpieza del gas, ya que cuando se introduce al proceso de enfriamiento este genera residuos en las paredes de su contenedor, produciéndose obstrucciones a los 2 días de funcionamiento.

Se encontraban al momento de la visita cambiando este sistema por el típicamente utilizado en la industria del carbón, esperando que con esto se optimice el funcionamiento de esta sección de la planta.

Debido a la relación que existe entre la empresa y la parte de investigación, también han implementado un sector de la planta para ejecutar pruebas en torno a otro tipo de combustibles, no solamente los típicos provenientes de la biomasa sino también desechos de otros procesos industriales.

Al respecto y como ejemplo la comunidad de Pitea tiene un importante sector industrial relacionado a la producción de madera de calidad, papel, y a la minería y hierro, por lo que esperan encontrar una fuente combustible de menor costo y útil para la producción de energía.

A solicitud de la empresa no se tomaron fotografías dentro de las instalaciones.

ALEMANIA

En Alemania el interés central se enfocó en establecer lazos y fortalecer la articulación entre las diferentes instituciones asociadas a la gira y las áreas exploradas fueron las tecnologías de cogeneración y la investigación.

Instituto Fraunhofer – Departamento de Ingeniería Medio Ambiental

El Departamento de Ingeniería del Medio Ambiente del Instituto de Fraunhofer se centra en el desarrollo de procesos de síntesis, de producción y de recuperación sostenible, en la calificación de los productos técnicos de acuerdo con los procedimientos de prueba normalizados o avanzados. El desarrollo de los procesos modernos y sostenibles requiere un uso altamente eficiente de los recursos existentes, junto con la explotación de nuevas fuentes de materiales, tales como materias primas sostenibles, para la fabricación de nuevos productos.

Uno de los centros del Departamento de Medio Ambiente es el Centro Fraunhofer de Procesamiento Químico-Biotecnológico (CBP) que cierra la brecha entre el laboratorio y la aplicación industrial. Se pone énfasis en el uso de aceites vegetales, la descomposición de las lignocelulosas y la producción de enzimas técnicas y otros análisis de biomateriales / biopolímeros.

A solicitud del instituto no se tomaron fotografías dentro de las instalaciones.

Universidad Albert Ludwigs. Freiburg

La Universidad Albert Ludwigs de Freiburg ha tenido desde hace años un proyecto de calefacción distrital, se creó en 1925 solamente para producir agua caliente, asociado a la calefacción para alimentar un hospital y todos sus centros de atención. Este sistema antiguamente se alimentaba de carbón, lo que producía altas emisiones e ineficiencia del sistema.

Con el fin de disminuir las emisiones y trabajar con un recurso renovable cambiaron la materia prima de carbón a pellet y se transformaron a cogeneración. Tienen un total de 5 calderas (Cuadro N° 7) y la idea es ir utilizarlas de acuerdo a la demanda del sistema, parte con las calderas a pellet y las calderas de gas o petróleo en los momentos de mayor demanda, esto porque estas últimas son más fáciles de regular en comparación con las de biomasa.

Las calderas que utilizan pellets son las mismas que antiguamente utilizaban carbón, pero se efectuaron adaptaciones mínimas de algunos sistemas. Por esto no son debidamente eficientes operativamente, dado que el sistema de alimentación debiera de cambiarse por uno adecuado para el pellet, ya que al ser el de carbón, este daña mucho el pellet lo que provoca una alta producción de polvillo, el que deben estar aspirando y limpiando para evitar riesgos de incendios.

Cuadro N° 7
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA COGENERACIÓN ALBERT LUDWIGS. FREIBURG

Potencia de la planta	175 MW (para 200.000 habitantes)
Calderas	5 unidades (2 pellets, 1 gas, 1 petróleo y 1 carbón)
Vapor de agua	500 - 600°C
Precio de calefacción	0,9 €/kW
Consumo de caldera pellet	100 t/día
Capacidad de xilos	4.000 t (solo se almacenan 1.000 t para evitar degradación del pellet)
Mano de obra	19 personas (8 durante el día, 2 en la noche) en 2 turnos
Producción de ceniza	0,5 – 1 %

La capacidad de la planta es muy grande, como para alimentar un pueblo, por eso es que todos sus sistemas no funcionan a la vez, solo de acuerdo a la demanda. El caso de la caldera a gas se utiliza para la cogeneración y recientemente cerraron un contrato para proveer calefacción a un nuevo barrio a través de 20 km de tuberías (solamente venden la energía que les sobra, pues la prioridad es proveer el hospital universitario). El sistema de calefacción también se emplea para la producción de vapor de agua para la limpieza de equipos hospitalarios y esterilización.

La producción de vapor de agua debe ser libre de minerales, sales y óxidos para que no degraden los equipos hospitalarios, por esto, el agua debe ser caracterizada antes de entrar al sistema para aplicar el tratamiento adecuado, posteriormente esto genera una serie de residuos que igualmente son tratados para su posterior devolución al sistema.

El pellet idóneo para este sistema es uno que produzca mucha energía, pero que no se encienda tan rápido, ya que al quemarse rápido la caldera no alcanza su máximo potencial. Adicionalmente, están buscando un pellet que no produzca ceniza con metales, porque es un problema para el tratamiento previo.

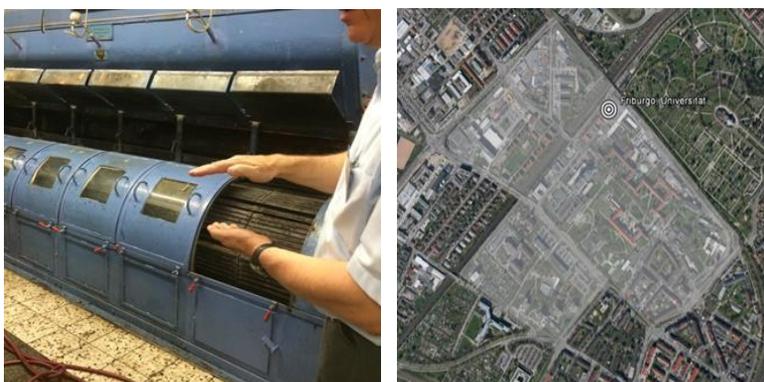


Figura N° 19
CALDERA PELLET (IZQ), PERIMETRO DE ALIMENTACIÓN HOSPITALARIO (DER)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ante la necesidad de conocer y aplicar conocimientos relativos al valor de la biomasa forestal como energías renovables en la región de Aysén, el programa FIC-2014 “Herramienta Sustentable para Negocios en Biomasa Forestal”, financiado con Fondos del Gobierno Regional y ejecutado por INFOR a través de sus sede Patagonia con la colaboración de temas específicos de las sedes Los Ríos y Bio Bio, se programó y realizó una gira tecnológica por España, Suecia y Alemania.

Los países europeos tienen una historia y una vasta experiencia en el uso de los recursos naturales, la planificación del medio, la calidad de vida y el uso de energía. Países como Alemania y España sufrieron en el pasado contaminación atmosférica dada material particulado originado en las formas de calefacción de los hogares, razón por la que se promovió el uso de otras fuentes combustibles, menos contaminantes y además renovables, ganando así una experiencia importante de conocer.

Estos países vieron en la biomasa una fuente de energía renovable, confiable y adaptable a cada país, por lo que se investigó, desarrolló y promovió el uso de este combustible y un perfeccionamiento en silvicultura, logística y combustión para su uso en generación térmica o

eléctrica. Con esto se perfeccionaron los procesos y se logró una mayor eficiencia en la utilización de los bosques para uso energético, con el apoyo de políticas de Estado, normas, subsidios y legislación pertinente.

Como consecuencia, actualmente existe en países de Europa un gran conocimiento y políticas y desarrollos comerciales en torno al valor y uso de la biomasa forestal, derivada de residuos, del manejo forestal, o directamente de plantaciones forestales dedicadas a este fin, bajo un escenario muy distinto al que actualmente muestra Chile y la región de Aysén, experiencia que durante la gira se intentó conocer y asimilar para su implementación en la región.

En la gira fueron abordados cuatro temas generales relevantes para la región de Aysén; calefacción distrital, cogeneración, tecnología y articulación, revisando la experiencia de estos países que han logrado reducir la contaminación apostando al uso de la biomasa y situando a las ERNC como parte importante de su matriz energética.

Calefacción Distrital

La calefacción distrital (o redes de calor) es aquella en que el calor (la energía térmica) se distribuye por una red urbana, del mismo modo que el gas, el agua, la electricidad o las telecomunicaciones.

Lo que distingue esta red es que sirve a un grupo de edificios o casas, que puede ser de distinta extensión o tamaño y sus conducciones discurren bajo el pavimento de las calles o de las zonas comunes del barrio. La extensión de la red puede ser pequeña, para un grupo de casas, o mediana o grande, para abarcar toda una población.

Países como Dinamarca, Suecia, Polonia y Alemania poseen una capacidad instalada ed más de 20.000 km de distribución, mientras que otros países, como España, están apostando a cambiar las calderas a petróleo individuales por redes de calor y han logrado instalar una red de 400 km.

La gira permitió conocer estas dos dimensiones de calefacción distrital, desde una nueva instalación en un distrito urbano hasta países con redes de calor antiguas que se han adaptado a las necesidades actuales de emisiones con cambios en el combustible y la tecnología.

Se observó que aplicar calefacción distrital requiere una inversión muy alta, principalmente por el costo relacionado a las tuberías de distribución, sin embargo beneficia en gran medida la calidad de vida de las personas, disminuye la contaminación y permite la utilización de un recurso propio de forma más eficiente. Además, es una solución aplicable tanto a edificaciones antiguas como nuevas, siendo de por sí la instalación en un proyecto nuevo mucho más simple de planificar.

Se establecieron contactos con empresas que trabajan en este tema en España, que generan calefacción distrital a más de 3.000 viviendas. Esta experiencia se considera posible de implementar en Coyhaique debido al alto costo asociado a la calefacción de los hogares.

Cogeneración

La cogeneración es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria). La ventaja de la cogeneración es su mayor eficiencia energética ya que se aprovecha tanto el calor como la energía mecánica o eléctrica de un único proceso.

Dentro de la gira tecnológica se visitaron experiencias de cogeneración que se adaptan de acuerdo a la realidad o necesidad prioritaria, por ejemplo en España era más conveniente producir energía eléctrica porque generaba mayores ingresos, mientras que la producción del pellet como producto era rentable en las épocas donde la demanda energética era menor.

Una experiencia conocida en Alemania, correspondió al Hospital de la ciudad de Freiburg, donde la prioridad era la producción de energía térmica para distribuir al hospital, siendo este el mayor demandante para sus distintos procesos sanitarios, a tal grado que la planta nunca debe detenerse. En el hospital la demanda eléctrica no era alta y planta podía vender su diferencia a las poblaciones aledañas.

Fue también posible conocer que se puede integrar la cogeneración dentro de cualquier otro proceso productivo, por ejemplo el caso del Centro de Acopio de Secado o proyecto CAS que se quiere establecer en los alrededores de Coyhaique y que involucra 100.000m³ de leña. Esta opción podría requerir tanto energía eléctrica como térmica para poder funcionar y sería posible incluir una pequeña planta de cogeneración para suplir la demanda de energía interna, aprovechar el calor para secar leña, madera aserrada o cualquier otro producto. e inyectar energía al sistema interconectado, contribuyendo al desarrollo forestal y económico de la región.

Dentro de la región es posible efectuar cambios a procesos productivos que requieran demandas de calor o frío y obtener una mayor eficiencia energética en el proceso. La biomasa es una energía renovable comparable con la eólica, solar o geotérmica, pero presenta sin embargo una ventaja basada en la eficiencia y confiabilidad de obtener la biomasa a partir del bosque o residuos de procesos industriales. Esto implica, conocer y dominar la gestión del combustible y de gestión de plantas, estando estos procesos disponibles a nivel mundial requiriendo solo de su adaptación a las condiciones locales.

El uso de la biomasa presenta además, beneficios sociales mayores en comparación con el resto de energías y es por esto que países como Alemania y Suecia la utilizan ampliamente, ejemplos que pueden ser implementados en Aysén debido a la naturaleza del medio circundante, y al potencial de producción de biomasa que existe en la región.

El uso de bosques y la biomasa genera otros beneficios que deben ser considerados, como su relación con los gases de efecto invernadero, la protección del suelo, la captura de carbono, la gestión de los residuos, la valorización de los suelos y otros, además de la generación de empleos directos; se estima que por cada MW generado se producen entre 4 a 10 empleos directos.

Tecnología

La tecnología relacionada con la utilización energética y la transformación de la biomasa a productos como astillas o pellets ha avanzado desde grandes instalaciones hasta escalas medianas, pequeñas y hasta domésticas, lo cual es importante dada la necesidad de llevar soluciones a localidades aisladas que requieren energía y calefacción. Un ejemplo de ello es Suecia, donde existen localidades poco pobladas, en sectores muy fríos y con limitada conectividad, situación que se asemeja a la región de Aysén (N de Suecia: 2 hab/ km²; Aysén: 1 hab/km²).

Empresas como INRESOL han evolucionado en el desarrollo de tecnologías de escala doméstica de muy alta eficiencia por medio de motores Stirling, maquinaria que se alimenta con biomasa y que puede producir tanto energía eléctrica como térmica. Es una solución muy reciente, pero con una gran proyección y versatilidad pues no requiere de un gran espacio. De acuerdo con lo observado en la gira, esta opción se considera de gran potencial para la región de Aysén, para lo cual se debe sugiere el desarrollo de un proyecto piloto en la región que permita analizar la efectividad de esta maquinaria en las condiciones regionales para promover su utilización a mayor escala.

La gira permitió también conocer una planta de pequeña escala de producción de pellets, con capacidades entre los 50-500 kg/día, solución que sería práctica y cómoda para los pequeños productores que tienen el recurso de biomasa y pueden sacarle mayor provecho a sus residuos

industriales o del bosque, generándose una nueva oportunidad de negocio local. Este pellet se utiliza fundamentalmente en la alimentación de plantas de generación térmica.

Toda nueva tecnología requiere de un periodo de adaptación y capacitación para lograr la mayor producción y eficiencia en su proceso, y esto se logra la experiencia misma en este.

Articulación

Todo el proceso de visitas y reuniones sostenidas con las diferentes empresas permitió crear una red de contactos, a través de los cuales se puede articular la transferencia de experiencias y conocimientos, formas de cooperación mutua, generación de proyectos conjuntos, capacitación y/o perfeccionamiento de profesionales en distintas áreas.

Las empresas visitadas durante la gira se especializan tanto en trabajo en terreno como en gestión de proyectos, así mismo la visita a la Universidad de Freiburg en Alemania, fue una excelente instancia para conocer hacia dónde apuntan las nuevas investigaciones e implementaciones de la biomasa para uso energético.

Estas instituciones realizan un trabajo de difusión y promoción de la biomasa para energía a través, por ejemplo, de exposición en ciudades para acercar los proyectos e ideas a la gente, con la finalidad de concientizar e informar a la ciudadanía sobre las tecnologías e innovaciones disponibles. Este trabajo puede ser replicado en la región.

Adicionalmente, con algunas instituciones se procederá a efectuar invitaciones para la ejecución de un III seminario Internacional asociado a la valorización de la biomasa, y diferentes talleres con el objetivo de mostrar lo más relevante a la población de Aysén y otros posibles interesados en estas innovaciones que estén dispuestos a invertir en estas tecnologías en beneficio propio y de la economía regional.

Como conclusión final se puede señalar que toda la información reunida en la gira permite alimentar el creciente interés en el país por biomasa forestal como un medio de generación eficiente de energía y destacar que hay interesantes opciones para su estudio y adaptación en la región.

La biomasa como tal no está valorada en su conjunto, a veces existen discrepancias en su concepto y en su utilización, sin embargo ya está jugando un rol significativo en la matriz energética del país y su uso esta trayendo una serie de externalidades positivas.

INFOR está generando líneas de acción y participando del debate para ser parte de las respuestas a los problemas, como por ejemplo: la contaminación, el recambio calefactores, la necesidad de leña seca y la eficiencia, entre otros. INFOR debe ser un agente articulador de desarrollo anticipándose a los problemas y una unidad de estudios que genere propuestas y líneas de trabajo concretas no solo con el Ministerio de Agricultura, sino también con otros ministerios, como Medio Ambiente, Energía, Vivienda y Urbanismo, entre otros, y también poder articular I+D con el mundo privado.