



EL PELLET DE MADERA EN CHILE SU PRODUCCIÓN, SU USO Y SU MERCADO



**INSTITUTO FORESTAL
2020**

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación.

EL PELLET DE MADERA EN CHILE SU PRODUCCIÓN SU USO Y SU MERCADO

Juan Carlos Pinilla¹, Karina Luengo,
Mauricio Navarrete y Felipe Navarrete

Proyecto Mejoramiento del Entorno y Reducción de Brechas Tecnológicas para la Producción y Desarrollo del Mercado del Pellet en Chile. CORFO /FIC-2017 18BPE-93859

INSTITUTO FORESTAL
2020

¹ Investigadores, Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Concepción, Chile. jpinilla@infor.cl



INFOR

Instituto Forestal - Chile.

Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago.

F. 56 2 223667115

www.infor.cl

ISBN N° 978 956 318 180 – 7

Reg. Propiedad Intelectual N° 2021 A 1581

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación, siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Pinilla, Juan Carlos; Luengo, Karina; Navarrete, Mauricio y Navarrete, Felipe, 2020. El Pellet de Madera en Chile, su Producción su Uso y su Mercado. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 50. P. 69.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
ANTECEDENTES	10
EL PELLE	16
Proceso de Fabricación de Pellet	17
Usos del Pellet	21
EL PELLE EN CHILE	23
Producción de Pellet en Chile	28
Calidad del Pellet de Madera	30
Factores que Condicionan la Calidad del Pellet	30
Certificación del Pellet	33
Abastecimiento de Plantas de Pellet	34
Costos Asociados a la Producción de Pellet	36
Precios del Pellet	39
Factores que Influyen en el Precio del Pellet	39
Distribución del Pellet en el Mercado Interno	42
Estimaciones de Penetración del Pellet en el Mediano y Largo Plazo	43
Mercado Internacional del Pellet Producido en Chile	43
Plantas de Pellet. Preocupación de las Industrias	45
MERCADO MUNDIAL DE PELLE	46
Consumo Mundial de Pellet en 2018 por Tipo de Uso Final	51
Comercialización Mundial de Pellet	54
Precio de Venta Internacional del Pellet	54
RELACIÓN ENTRE EL PELLE Y ESTUFAS	56
Programa de Recambio de Calefactores	57
Instituciones Públicas y Municipalidades Participantes en el Subsidio de Recambio de Estufas	65
COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	66
REFERENCIAS	68

INTRODUCCIÓN

La inseguridad en el suministro de energía, los crecientes requerimientos derivados de la actividad industrial y el aumento del valor de la energía derivada de combustibles fósiles, son factores que han motivado a diferentes empresas a reconsiderar sus opciones y estrategias en materia energética y a incorporar crecientemente el uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Al incremento de la demanda energética que sustenta el crecimiento económico a nivel nacional y regional, se suma la percepción de efectos ambientales negativos asociados al empleo de las energías tradicionales basadas en combustibles fósiles como petróleo, carbón mineral y otros.

Una importante opción para enfrentar el problema es promocionar e incrementar el uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), que son consideradas fuentes de suministro energético local, seguro y limpio, y amigable con el medio ambiente y las comunidades del entorno en que se las emplee. Es en este ámbito donde la biomasa es una fuente segura de abastecimiento de energías primarias, considerando que es posible generarlas a base de plantaciones forestales dedicadas dicho fin y utilizando además los residuos leñosos de la silvicultura y de la industria forestal primaria y secundaria.

La biomasa forestal representa aproximadamente el 15 al 20% del consumo total de energía en el país, lo que involucra unos 14 millones de metros cúbicos que se utilizan principalmente a nivel doméstico, para calefacción y cocina, además de usos industriales para la generación de energías térmicas y eléctricas necesarias para el desarrollo de los procesos, entregándose además excedentes al Sistema Interconectado Central de distribución eléctrica en la zona central del país.

La necesidad y conveniencia de avanzar en el uso de ERNC ha generado una demanda a los distintos sectores de la economía, entre los que destaca el sector forestal en la búsqueda del aprovechamiento de biomasa con la finalidad de aportar a un abastecimiento sustentable de materia prima con fines energéticos, proveniente en la actualidad de plantaciones forestales, bosques nativos y residuos de la transformación industrial de la madera.

Es así como se registra un incremento de las inversiones para la instalación de plantas generadoras y también para la reconversión de calderas originalmente basadas en combustibles fósiles, para el uso de biomasa forestal. Hay un crecimiento de la industria del pellet, pero las iniciativas orientadas este material enfrentan aún problemas relacionados con el abastecimiento seguro de biomasa, en cantidad y calidad, para el adecuado desarrollo de sus plantas productoras.

La industria del aserrío tiene capacidad de ofrecer al mercado materia prima para el funcionamiento de calderas y elaboración de pellets, a través de sus residuos. Sin embargo, mucha de esta biomasa en la actualidad ya se encuentra en uso como combustible utilizado en la generación de energía de sus propias plantas, en la generación de electricidad o energía térmica para los procesos de secado de la madera. Bajo esta realidad se puede concluir que en la actualidad existe una demanda insatisfecha de biomasa forestal, donde la posibilidad de generarla a través de plantaciones dedicadas para ello, podría jugar un rol relevante.

La inestabilidad y aumento de los costos de combustibles fósiles, los problemas de contaminación ambiental y la búsqueda de energías renovables, conforman un desafío presente en muchos países del mundo. Por esta razón, la Asociación Mundial de la Bioenergía (WBA), acaba de lanzar el informe Estadísticas Globales de Bioenergía 2017, desde el cual es posible extraer algunas conclusiones²:

- La bioenergía tuvo una tasa de crecimiento del 2.3%, representado la mayor fuente de energía renovable a nivel mundial. Representa el 73% de todas las energías renovables con un consumo total de 50,5 EJ, 14% del mix energético global.
- En el sector eléctrico a nivel mundial, la bioenergía es la tercera fuente de energía renovable con una generación de 493 TWh³. La electricidad renovable en general representó el 23% del sector eléctrico, siendo la solar y eólica las tecnologías de más rápido crecimiento, 45,1% y 25,1%, respectivamente.
- El sector forestal continúa siendo clave en el suministro de biomasa, representando el 87% del suministro total (leña, residuos de la industria maderera, madera recuperada, carbón vegetal, otros). Mientras que el sector agrícola contribuye con el 10% (mediante el uso de subproductos animales, subproductos agrícolas y cultivos energéticos).
- Una de las maneras de aumentar la oferta de biomasa forestal es utilizar los residuos o subproductos de la industria del aserrío y de remanufactura. Una estimación teórica baja muestra un potencial de al menos 20,4 EJ. Por último, la conversión energética de residuos está aumentando un 4% anual y Europa lidera en esto con el 55% de conversión de residuos en energía.
- El sector de la bioenergía ha empleado según el último reporte a 2,8 millones de personas, sin contabilizar los empleos en el sector tradicional de la biomasa.
- La producción mundial de pellets está aumentando a tasas cercanas al 8% anual. Europa y América del Norte abarcaron casi toda la producción mundial (58 y 32%, respectivamente) así como el consumo (81 y el 8%, respectivamente).

En los últimos años en Chile, el uso del pellet como combustible para la calefacción domiciliaria e industrial ha presentado un incremento. Esto se debe principalmente a problemas de contaminación ambiental atribuibles principalmente al uso de leña de inadecuada calidad, así como también a que el pellet presenta un manejo más sencillo y a que tienen un precio estable.

Durante el año 2018, la demanda real de pellet a nivel nacional llegó a aproximadamente 95 mil toneladas, de la cual un 75% corresponde al sector domiciliario, 15% al institucional y un 10% al industrial. Esta generación es producida por cerca de 21 empresas, de las cuales el 70% lo hace en la región del Bio Bio.

² <https://www.energias-renovables.com/biomasa/bioenergia-electrica-en-2017-110-000-megavatios-20190729>

³ Teravatio-hora, cantidad de potencia equivalente a 1012 vatios

En el tema del uso de la biomasa para energía es de particular interés conocer la experiencia de España, país líder en esta materia con un gran desarrollo, tanto desde el punto de vista silvícola como de tecnologías para su uso eficiente.

En este país, según la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM, 2020) y la Asociación Española de Empresas Productoras de Pellets (APROPELLETS, 2019), estiman que la producción nacional de pellet, que ha alcanzado cifras récord desde el año 2012, superará las 700.000 t este año y se situará previsiblemente en torno al millón de toneladas en 2021⁴. En este país la fabricación del pellet se produce solo y exclusivamente en la industria maderera y su producción se concentra en la zona norte, como Cantabria, Castilla y León, y el País Vasco.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2020) ha desarrollado diversos proyectos sobre biomasa, estimando que el 10% de la energía primaria mundial procede de los recursos asociados a esta fuente, incluidos los relacionados con biocombustibles líquidos y biogás.

Gran parte de ese porcentaje corresponde a los países pobres y en desarrollo, donde resulta ser la materia prima más utilizada para la producción de energía en aquellos países donde se identifica o surge un mayor aumento de la demanda energética. Esto es reafirmado a través de los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007), que señala que algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles.

Un reciente reporte en Europa menciona que las emisiones reducidas con el uso de pellet al sustituir combustibles fósiles como gasóleo, equivale a reducir las emisiones en 783.717 t de CO₂, o retirar de la circulación más de 3 millones de coches diésel. A ello agregan que, si las estimaciones se mantienen, en 2022 equivaldrá a retirar del orden de 6 millones de coches diésel⁵.

Otras experiencias extranjeras que han sido de importancia en el mundo en relación al uso de la biomasa para generación de energía, es posible encontrarlas en diversas fuentes, entre las que se pueden destacar:

- Planta de biomasa de Ironbridge: Capacidad de 740 MW, localizada en Severn Gorge, Reino Unido, la cual corresponde a una planta de energía de biomasa pura. La planta es actualmente, propiedad de la empresa británica EON⁶, que además es la encargada de su operación empleando pellet de madera, para generar energía de biomasa.
- Planta de biomasa de Polaniec: Potencia instalada de 205 MW. La central está situada en el condado de Staszów, al sudeste de Polonia, y es la cuarta planta de energía de biomasa más grande del mundo. La planta entró en operación comercial en noviembre de 2012 y hace uso principalmente de subproductos agrícolas y residuos de madera para su funcionamiento.

⁴ <https://www.energias-renovables.com/biomasa/avebiom-y-aproPellets-pronostican-una-produccion-de-20190718>

⁵ https://expobiomasa.com/bioenergia-energia-renovable/reduccion-carbono-gracias-biomasa?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=tweepsmap-predeterminado

⁶ www.eon.com

Para el caso de Chile, la búsqueda de energías renovables ha sido un compromiso del Gobierno y la generación de energías limpias ha sido posible a través de iniciativas que utilizan como recursos energéticos el agua, el viento, el sol y la biomasa (agrícola y forestal).

En la actualidad, según información del Ministerio de Energía, en el país existen más de 14 plantas que utilizan biomasa forestal para la generación eléctrica con una capacidad instalada de 431 MW⁷. Además, existen cerca de 22 empresas productoras de Pellet (INFOR, 2019a).

El aumento de calderas nuevas y reconvertidas que utilizan pellets o astillas, mayores a 100 KW, para el desarrollo de sus procesos productivos, generación de energía térmica y para calefacción para diferentes rubros productivos, ha sido importante.

Con el propósito de aportar en el conocimiento y utilización del pellet, además de entregar antecedentes para el desarrollo de políticas públicas en el país, se presentan en este trabajo algunos de los principales antecedentes relacionados con los actores y el mercado del pellet en Chile. Se analizan distintos aspectos de la producción, mercados y usos asociados a la biomasa forestal para generación de energía. Este documento se preparó en el marco del proyecto CORFO “Mejoramiento del Entorno y Reducción de Brechas Tecnológicas para la Producción y Desarrollo del Mercado del Pellet en Chile”, solicitado por el Ministerio de Energía y adjudicado a INFOR por CORFO.

ANTECEDENTES

Las interrogantes existentes actualmente en torno a la inseguridad en el suministro de energía, el aumento de la demanda por esta de la actividad industrial, la inestabilidad del valor de la energía derivada de combustibles fósiles y el permanente aumento de los problemas de contaminación ambiental que enfrentan varias ciudades y comunas del país, como resultado del uso de combustibles fósiles y de leña de mala calidad, han motivado a diferentes ministerios, entidades y empresas a reconsiderar nuevas opciones de generación de energía y a adoptar estrategias en materia de Energías Renovables No Convencionales.

Los planes del Gobierno orientados a disminuir la contaminación ambiental, el rol de la biomasa forestal para energía suscrita y destacado en la reciente Política Forestal del Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2015), la Política Energética de Chile definida por el Ministerio de Energía (Ministerio de Energía, 2015), el costo de los combustibles, la problemática en el uso de la leña y los problemas de contaminación atribuidos a la calefacción, representan en su conjunto una oportunidad para trabajar en materia de fomento a la producción y uso pellet, abordando las barreras actuales del mercado y un desarrollo que potencie el uso de este tipo de combustible.

Un estudio realizado por el Centro de Sustentabilidad de la Universidad Andrés Bello determinó cuáles son las ciudades más contaminadas de Chile. Dicho trabajo, publicado por el diario La Tercera, se basó en datos de las redes de medición de calidad de aire, que consideran al material articulado fino (PM 2,5), como uno de los más perjudiciales para la salud de las personas.

⁷ <https://www.aprendeconenergia.cl/centrales-de-generacion-electrica-biomasa/>

El *ranking* de comunas con altos índices de contaminación fue encabezado por Osorno, seguido de Temuco, Rancagua, Concepción, Valdivia y Santiago. Todas estas ciudades presentaron límites considerados peligrosos, por lo que se han generado planes de descontaminación de material particulado fino⁸ en algunas de estas ciudades.

Entre las principales fuentes de este tipo de contaminación se cuentan el uso de leña de mala calidad, la combustión de motores diésel y las chimeneas industriales. La alta concentración de Material Particulado Fino (MP 2,5), tiene como principal fuente de emisión las industrias y la combustión de la leña utilizada para la calefacción domiciliaria por sobre la norma.

Con el propósito de conocer el impacto en las emisiones domiciliaria dependiendo el tipo de equipo de calefacción utilizada, en el estudio se presenta el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1
IMPACTO AMBIENTAL DOMICILIARIA SEGÚN EL TIPO DE EQUIPO DE CALEFACCIÓN

Emisiones de PM 2,5 según Tipo de Equipo			
Tipo de Equipo	Consumo Combustible (t/equipo)	Factor Emisión PM2,5 (lb/t)	Emisiones Totales PM2,5 (lb/temporada)
Estufa convencional	2,45	66,8	163,66
Calefactor a leña certificado	2,10	11,7	24,50
Calefactor a pellet certificado	1,70	2,5	4,25

(Fuente: PM 2,5 Emissions reduction benefits of replacing conventional uncertified cordwood stoves with certified stoves and modern pellet stoves. Omni Environmental Services Inc., mayo 2005)

En base a lo anterior, el pellet representa una solución de calefacción en estufas y calderas más eficientes, tanto desde el punto de vista de las bajas emisiones que este producto genera como del consumo. En el cuadro se identifica una disminución importante en cuanto a los volúmenes de consumo.

El pellet de madera es un combustible adecuado para países forestales como Chile, ya que este biocombustible derivado de la biomasa forestal, no aporta CO₂ ni gases de efecto invernadero a la atmósfera, dado que el CO₂ emitido es el mismo que el árbol absorbió y que ya estaba en el ciclo natural de la atmósfera.

La combustión de alta eficiencia y tecnología de la biomasa es mucho menos contaminante que la combustión del petróleo y sus derivados, como la parafina (óxidos nitrosos y azufre).

⁸ <https://noticias.unab.cl/universidad-u/u-andres-bello-elabora-ranking-de-ciudades-mas-contaminadas-por-material-particulado-fino/>

Los bajos índices de contaminación que presenta el uso del pellet en calefacción domiciliaria e industrial, representa una oportunidad que se debe considerar dado que en el país se trabaja en la definición de la Estrategia de Descontaminación Atmosférica en Chile: 2014-2018⁹.

En esta estrategia, uno de los compromisos es la definición de planes de descontaminación para las comunas con altos índices de contaminación, de manera de tener reglas nuevas para las emisiones de distintos sectores dentro de las zonas, lo que significará tomar medidas para reducción de emisiones de calefacción residencial, de transporte y de la industria en la región (Ministerio de Medio Ambiente, 2015).

En el caso del sur del país, dado que la principal fuente de contaminación es el uso de leña para calefacción, las estrategias están enfocadas en mejorar el estándar térmico de las viviendas y promover una calefacción con equipos energéticamente eficientes y que aporten a la sustentabilidad.

En cada uno de los planes se incluyen medidas que tienen por objetivo diversificar la matriz energética de la calefacción domiciliaria, comercial y pública¹⁰.

En la actualidad existen planes con restricciones al uso de leña, que abarcan desde la región Metropolitana a la de Aysén, incluyendo las ciudades de Chillán / Chillán Viejo, Coyhaique, O'Higgins, Osorno, Talca, Maule, Temuco, Valdivia, Los Ángeles y Curicó. El año 2019 se dictaminó el plan del Gran Concepción, que abarca 10 comunas.

Parte del crecimiento de la demanda de pellet para uso a nivel domiciliario se ha atribuido a la búsqueda de alternativas de calefacción más limpias, en especial en las zonas saturadas definidas por el Ministerio de Medio Ambiente, donde en la actualidad se restringe el uso de estufas a leña en periodos críticos.

De esta forma, se han incorporado las estufas a pellet como una alternativa al momento de optar al programa de recambio de estufas que lidera dicho Ministerio. Según información publicada en las resoluciones exentas del Programa de Recambio del año 2019, durante dicho periodo se benefició a 6.156 personas, de las cuales el 84,5% optó por el recambio a estufas a pellets (10.405 artefactos), distribuidos en 8 regiones del país¹¹.

A nivel nacional se puede ver que la oferta de estufas a pellet entregadas por el Gobierno va en aumento a través de los años, esto es debido al interés del Ministerio de Medio Ambiente en disminuir las emisiones de material particulado en las comunas con mayor índice de contaminación ambiental.

Para esto, fue necesario incluir nuevos sectores al programa de recambio de estufas, con la finalidad de evitar que los índices de contaminación aumenten. Entre los años 2016 y 2017 se ve el aumento más marcado de los años analizados, en el año 2017 se entregó un

⁹ <https://mma.gob.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica-estrategia-2014-2018/>

¹⁰ <https://www.minvu.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica/>

¹¹ <http://calefactores.mma.gob.cl/>

total de 3.651 equipos más que el año 2016, lo que es igual a un aumento del 191,75% de la demanda entre esos años.

Cuadro N° 2
ESTUFAS A PELLET SUBSIDIADAS POR EL ESTADO
AÑOS 2018 Y 2019 SEGÚN REGIÓN

Región	2018	2019
O'Higgins	222	1.395
Maule	2.467	2.403
Ñuble	539	911
Bio Bio	239	225
Araucanía	1.481	1.755
Los Ríos	222	757
Los Lagos	845	1.531
Aysén	839	1.363
Total	6.854	10.405

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2019)

Los actuales planes orientados a disminuir la contaminación ambiental, a la descarbonización de la matriz energética y a fomentar el uso de la biomasa forestal para energía han sido temas de interés para diversos ministerios.

Lo anterior se puede observar en la Ruta Energética 2018-2022 del Ministerio de Energía¹² que señala en su Eje 4 sobre “Energía Baja en Emisiones” que *“se necesita diversificar y ampliar la matriz energética, potenciando las energías locales y considerando los costos y la geografía donde será instalada, y la Modernización del mercado de biocombustibles sólidos (Regular los biocombustibles sólidos como la leña y sus derivados)”*.

En esto se incluye, entre otros aspectos, una matriz energética renovable y sostenible, el fomento a las soluciones renovables, la mitigación y adaptación al cambio climático y la descarbonización de la matriz.

El mismo documento, en su Eje 6 sobre “Eficiencia Energética”, destaca que *“se necesita incentivar la eficiencia energética residencial e industrial revisando y modificando el marco regulatorio y reconociendo la realidad regional”*, especialmente en lo referido a calefacción eficiente.

El Ministerio de Agricultura, en tanto, en su reciente Política Forestal, plantea en el Objetivo de Impacto 2.3 consolidar la significativa contribución del sector forestal a la seguridad e independencia energética y descarbonización de la matriz de energía primaria del país, incrementando la producción y utilización de biomasa certificada en origen y calidad¹³.

¹² <https://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf>

¹³ http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1462549405politicaforestal201520351.pdf

Los compromisos y metas enunciados por ambos ministerios pueden ser abordados a través del avance que ha tenido la producción y consumo de pellet en el país, y de cómo el mercado y los consumidores se han estado adaptando a ello.

El uso del pellet es una tecnología que se inició en el país cerca del año 2005 y se considera aún como un mercado incipiente, dado que todavía existen incertidumbres, desconocimiento y falta de información, que afectan no solo a los posibles consumidores finales sino también a las empresas productoras y distribuidoras de pellets, y a su vez a empresas comercializadoras de estufas o calderas.

Una de más mayores interrogantes en la industria de pellet se relaciona con la posibilidad de contar con la materia prima disponible y de adecuada calidad que permita responder a la demanda creciente que se ha podido observar y que se espera aumente para los próximos años.

Esta preocupación, se fundamenta en que en la actualidad la totalidad de materia prima que se utiliza corresponde a subproductos provenientes de la industria del aserrío y remanufactura, principalmente aserrín y viruta seca.

Actualmente, la mayoría de las empresas productoras no utilizan residuos húmedos en la fabricación de pellet, por requerir para su uso de un proceso previo de secado para llegar al porcentaje de humedad requerido para su producción.

Dados los escenarios de aumento de la demanda por pellet y la creciente escasez de biomasa seca, las plantas productoras están requiriendo de información y tecnología adecuada para la instalación de este tipo de secadores, como una alternativa de solución tecnológica que le permita enfrentar este nuevo escenario.

Desde el punto de vista silvícola, se reconoce que Chile cuenta con un potencial forestal posible de ser utilizado para incrementar su producción y abastecimiento de materia prima para la producción de pellet, como una alternativa para generar en forma directa la materia prima requerida por la industria, disminuyendo el grado de dependencia actual que esta tiene de la industria del aserrío, donde un porcentaje de los actuales subproductos generados hoy en día están siendo aprovechados por los propios aserraderos para sus procesos de secado de madera.

Se menciona también que existen residuos disponibles del manejo y cosecha de bosques, principalmente de *Pinus radiata* y *Eucalyptus spp*, pero se desconoce si realmente estos están disponibles o son utilizados en procesos internos de las propias industrias, y sobre todo se desconoce si se contaría con la cantidad y calidad requerida para incorporarlos al proceso de elaboración de pellet (Ej. presencia de corteza, suciedad).

Según estudios de INFOR (2016, 2019b), durante el año 2018 los subproductos madereros del aserrío (aserrín, viruta, chip, lampazos, tapas, etc.), llegaron a 5,67 millones de metros cúbicos, lo que representó un incremento de 12,2% respecto del año 2017, concentrados principalmente entre el Maule y La Araucanía.

El mismo estudio indica que los aserraderos involucrados en la producción de subproductos en el 2018 fueron 948, concentrándose el 96% de esta producción en los 448

aserraderos de tipo permanente, quedando el restante 4% en los aserraderos móviles. En cuanto al tipo de subproducto, se destaca por mucho la participación del aserrín primario proveniente del aserrío propiamente tal, con un 55,2%, seguido por la corteza con el 23,3%. Según regiones, la mayor cantidad de los subproductos se genera en la región del Bio Bio (2.811.134m³), seguido de Maule (1.398.561m³) y Araucanía (649.323m³).

Es importante destacar que del actual volumen de este tipo de subproductos generados por la industria del aserrío algunos son utilizados en la producción de pellet (aserrín, viruta, chip), y que, según las consultas en terreno, la mayor parte de esta materia se comercializa (calderas de generación, planteles de crianza, fábricas de pellet, otros) o se autoconsume, con cifras cercanas al 98% entre ambos destinos, quedando un mínimo remanente que se dona o se acumula. Los montos de subproductos están relacionados con la situación de la industria del aserrío en el país, por lo que cualquier variación en los volúmenes de producción de productos aserrados puede tener incidencia en el aumento de producción de pellet.

Esta realidad indica que se requiere buscar nuevas opciones de abastecimiento, considerando que en la actualidad todas las empresas productoras de pellet en Chile utilizan dicho modelo de abastecimiento. La mayoría de las empresas productoras de pellet no están asociadas a plantas de remanufactura o de aserrío propias, por lo cual deben comprar a terceros la materia prima requerida para su producción.

Esta situación de dependencia con las empresas abastecedoras de materia prima, la cuales en este último tiempo han disminuido su abastecimiento debido a una disminución de sus propios volúmenes de producción, ha motivado a las empresas productoras de pellet a buscar nuevas alternativas de abastecimiento que permitan solucionar los problemas de desequilibrio del mercado, relacionadas principalmente con la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento de materias primas, que les permitan responder a la demanda creciente.

Bajo la situación descrita se hace necesario analizar la rentabilidad en los siguientes escenarios:

- Utilización de nuevas fuentes de biomasa forestal para producir pellet,
- Evaluar la posibilidad de incorporar el material húmedo proveniente de aserraderos (sometida a procesos de secado)
- Evaluar la posibilidad de incorporar trozas descortezas y trituradas provenientes directamente de actividades silvícolas.

La consideración de estas alternativas implica analizar el uso de descortezadores, astilladoras y secadores para contar con la materia prima adecuada, lo cual afecta directamente la estructura de costos y la rentabilidad del negocio. Por lo anterior, es necesario generar y poner a disposición de los interesados información validada y de fácil acceso que permita conocer las exigencias y requisitos que afectan a la oferta y la demanda actual en el mercado del pellet, en cuanto a biomasa disponible y su calidad y abastecimiento y diversificación permanente de materia prima.

Además, es necesario abordar modelos asociativos de oferta y demanda de biomasa, rentabilidad bajo diferentes escenarios, capacidad productiva, limitaciones del mercado, niveles de eficiencia en la producción, entre otros aspectos.

En este marco, es importante conocer además las exigencias o especificaciones técnicas requeridas por los equipos que utilizan pellet (estufas domiciliarias y calderas de centrales térmicas o de agua sanitaria). Características y calidades del pellet según los requerimientos de los equipos, además de su eficiencia, son factores que deben ser identificados y diferenciados, ya que actualmente se produce solo un tipo de pellet en el país, el que es utilizado por los distintos tipos de artefactos, sin diferenciaciones de precio. También se requiere fomentar la utilización de normativas de calidad del pellet y de requerimientos técnicos según tipo de consumo, validadas y actualizadas en relación al desarrollo del mercado actual y futuro.

EL PELLET

El pellet es una pequeña porción de madera de origen natural, catalogado como biomasa sólida, utilizada como combustible de biomasa, que puede ser empleado en la industria o en los hogares, ya sea en calderas o en estufas de tamaño más reducido para la calefacción o generación de energía térmica. Se trata de un biocombustible sólido estandarizado, producido principalmente en base a sub productos de madera proveniente de la industria forestal. Son cilindros que se obtienen mediante un prensado de aserrín, virutas o polvo de madera sin corteza que presente un bajo contenido de humedad, utilizando para ello una prensa peletizadora.

Los antecedentes recopilados señalan que en Chile el 97% de biomasa utilizada para producir pellet corresponde a pino radiata; viruta y aserrín, seco, proveniente de aserraderos y plantas de remanufactura. La totalidad del pellet es generado sin ningún aditivo, con un tamaño de 6 mm de diámetro y 10 a 30 mm de largo. Otra característica general es que el pellet producido es de una misma calidad y especificación técnica, no existe actualmente diferencias según equipo (caldera o estufa).



Figura N° 1
TIPOS DE BIOMASA UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE PELLETS

Esta materia prima, una vez seca, es prensada para conseguir el pequeño cilindro compacto y la propia lignina que contiene el aserrín actúa como aglomerante, Se emplea una alta presión para formar el pellet, lo que hace que este tenga una composición muy densa y dura y otorgue un gran poder calorífico.

La elección de un buen pellet es muy importante, pues así se tendrá un mayor aporte calorífico y las calderas de biomasa o estufas estarán en mejores condiciones. Un pellet de mala calidad deja un exceso de residuos y puede terminar atascando la caldera o estufa.

Proceso de Fabricación de Pellet

La producción de pellet requiere de procesos simples y la utilización de maquinaria adecuada para obtener un producto de calidad. En forma simplificada es posible identificar los siguientes pasos en su fabricación (Figura N° 2).

Abastecimiento. Se utiliza aserrín o viruta de adecuada calidad para la producción de pellet, biomasa que puede provenir de una unidad de aserrío o de remanufactura a la cual la planta de pellet se ha integrado, o bien a partir de abastecedores externos. Se debe considerar y asegurar un flujo permanente de abastecimiento de biomasa en la cantidad y calidad que permita el funcionamiento de la planta productora de pellet. Esta biomasa debe tener un tamaño adecuado para el proceso, en lo posible seca, y no puede tener elementos como cortezas, ramas, piedras, metales u otros.



Figura N°2
ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DE PELLETT¹⁴

¹⁴ Adaptado de <https://peletizadoras.net/>

Secado. Una de las claves de la eficiencia del pellet es la baja humedad, por lo que, si se está utilizando biomasa con un mayor contenido de humedad, se debe contemplar un proceso previo de secado de la materia prima, hasta alcanzar un contenido de humedad menor al 10%. El proceso de secado previo a la entrada de la biomasa para la producción de pellet debe ser cuidadoso en cuanto a utilizar una temperatura adecuada, evitando un sobrecalentamiento de la materia prima que dificulte el proceso de fabricación.

Humectación de la materia prima. La biomasa a utilizar es humedecida levemente para lograr su compactación y pegado de las fibras.

Prensado: El proceso de prensado es la parte principal del proceso, el que se realiza a alta presión y temperatura, generando una compactación de calidad, para la generación de un pellet durable y denso, con una superficie suave y lisa. Si el pellet no es de adecuada calidad, es posible que se rompa con facilidad generando residuos mayores a lo aconsejable y con ello un mayor porcentaje de cenizas al final de la combustión. Todo esto se traduce en menor poder calorífico, energía y eficiencia.

Tamizado: Una vez que el pellet sale de la prensa se deben eliminar los residuos o trozos de pellet de menor tamaño y con defectos, que puedan generar complicaciones durante la combustión y generar mayor cantidad de humo y ceniza. Para ello, el pellet es transportado a través de cintas tamizadoras que permite realizar su clasificación y selección.

Embolsado. Luego del tamizado y selección del pellet se procede a su embolsado, utilizando para ello los diversos formatos existentes (bolsas de diferente capacidad, maxi sacos, a granel, etc.). Luego de ello el pellet debe ser almacenado en condiciones adecuadas a la espera de su distribución, siendo un factor importante a evitar en este proceso, que el producto esté expuesto a la humedad, además de los cuidados en la manipulación de los distintos tipos de formatos de comercialización.

Almacenamiento. Una vez finalizado el proceso de embolsado, este es almacenado en pallet de bolsas, los cuales son cubiertos por un material protector que evita el daño de las bolsas durante su traslado. Los pellets son almacenados en bodegas externas o en un espacio de la misma planta destinada para dicho fin, ambientes que deben estar libres de humedad.

Para la determinación de la calidad del pellet, existe consenso en que al menos se deben analizar las siguientes variables o factores:

- **Brillo.** Un buen pellet posee una apariencia brillante. como si estuviese barnizado, y una superficie lisa.
- **Color uniforme.** Debe tener un color uniforme, si mostrase colores extraños, delataría la presencia de cuerpos extraños, como papel, tierra, plástico u otros materiales no derivados de la madera. Un tema frecuente en relación con la producción del pellet y su selección de compra por parte del usuario, se refiere a su color, prefiriéndose en general un producto de color más blanco o pálido en desmedro de un pellet de color más oscuro. Al respecto, el color final del pellet depende de la materia prima y

procesos utilizados, en donde una mayor palidez no influirá en su combustión o calidad.

- **Estructura compacta.** Su estructura debe ser compacta, sin grietas ni cortes profundos, al tocarlo no debe disgregarse.
- **Densidad.** La densidad del pellet ha de ser superior a la del agua, una buena manera de comprobarlo es sumergir una porción de pellet en agua, si este tiene la densidad adecuada se hundirá.
- **Tiempo de inmersión.** También hay que tener en cuenta que, si pasados unos cinco minutos de su inmersión sigue hundido y de forma compacta, significa que posee aglutinantes o colas artificiales que provocarán en su combustión un exceso de humos.

Las ventajas del uso del pellet han sido confirmadas a nivel mundial. Se destaca por ser un combustible estandarizado (diámetro, largo, PCI, humedad, cenizas), con un bajo contenido de humedad (6-10%), alta densidad energética (3,2 MWh/m³ estéreo), fácil almacenamiento, transporte, limpio y seguro, y permite una alimentación automática de los sistemas de combustión.

Se trata de un combustible limpio y competitivo, en comparación a productos fósiles, y neutro en CO₂.

La norma chilena Ch ISO 17225 parte 2 (INN, 2017) caracteriza y describe dos tipos de pellet: Pellet domiciliario y Pellet industrial, contando ambos con diferentes sub clasificaciones, las que se presentan en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3
TIPO DE PELLETT Y CLASES SEGÚN NORMA CH ISO 17225-2

Tipo de Pellet	Subclasificaciones (Clases)
Pellet domiciliario	A1, A2 y B
Pellet industrial	I1, I2 e I3

Las clases de propiedad A1, A2, I1 e I2, consideran madera limpia, sin corteza y residuos de madera, no tratadas químicamente.

La clase A1 es un pellet con bajos niveles de ceniza y nitrógeno, mientras que la clase A2 presenta levemente niveles más altos de estos índices.

Las clases industriales I1 e I2, tienen un contenido de cenizas y nitrógeno similar a la clase domiciliaria A2.

Los residuos y subproductos de madera tratados químicamente de la industria del procesamiento de madera y madera usada químicamente no tratada se incluyen dentro de la

categoría B o I3, siempre y cuando no contenga metales pesados o compuestos orgánicos halogenados más altos que los valores típicos de los materiales vírgenes o los valores típicos de país de origen.



Prensa para producción de Pellet



Producción de Pellet



Tipos de Pellet



Embalaje de Pellet en Bolsas



Embalaje del Pellet en Maxi Sacos

**Figura N°3
PRODUCCIÓN DE PELLET TIPOS DE PELLETS Y EMBALAJES**

Algunos parámetros físicos-químicos a considerar en la fabricación y uso final, independiente de la fuente u origen que posea el biocombustible, son los indicados a continuación:

Diámetro (D)

Longitud (L)

Humedad

Ceniza

Durabilidad mecánica

Cantidad de finos

Densidad aparente (BD)

Poder calorífico neto (Q)

Si la materia prima incluye biomasa tratada químicamente, también debe indicarse el contenido de nitrógeno, azufre y cloro.

Usos del Pellet

El Pellet se puede usar para la calefacción y/o generación de agua caliente de cualquier vivienda, bien sea una vivienda unifamiliar o una comunidad de vecinos, una empresa, un hotel, una piscina, una industria o cualquier otra dependencia que requiera contar con este tipo de combustible para la obtención de energía térmica.

Algunas aplicaciones o usos actuales de pellets en Chile son:

- Estufas y calderas para calefacción
- Calderas de agua caliente (2 MW)
- Calderas a vapor (hasta 2 t vapor/h)
- Procesos Industriales (Hornos de secado de frutas, cocción de arcillas, industria, panificadora, otros).

En los últimos años el uso del pellet como materia prima para la calefacción domiciliaria ha presentado un incremento en su consumo a nivel nacional, derivado de las variaciones en el costo de los combustibles fósiles y, especialmente, de los problemas de calefacción derivados del uso de leña de inadecuada calidad, entre otros motivos.

Es por esta razón que surge la necesidad de trabajar en la búsqueda y generación de conocimiento técnico que permita proponer herramientas de gestión que apoyen la gestión productiva y desarrollo del mercado, de manera que se promueva el uso del pellet como una alternativa limpia, dentro de las energías renovables no convencionales.

El consumo del pellet en Chile ha aumentado y debido a las ventajas del uso de este biocombustible, ventajas que según diversos autores son las siguientes:

- Oportunidad de dar un uso a un recurso disponible, derivado de la industria del aserrío y remanufactura, principalmente de pino radiata.
- Problemas ambientales atribuibles al mal uso de la leña.
- Cambios culturales del consumidor
- Contribución a los programas de descontaminación; generación de menor contaminación y condición de carbono neutral.
- Alternativa de calefacción cómoda y fácil de usar.
- Existencia de un programa de recambio de calefactores (MMA).
- Combustible estandarizado (diámetro, PCI, largo, humedad, cenizas).
- Alta densidad energética (3,2 MWh/m³ estéreo).
- Material sencillo de almacenar y de fácil manipulación y transporte.
- Fácil utilización en estufas o calderas, las que, a su vez, presentan cada día mejores tecnologías de consumo.
- Ahorros en calefacción en relación al uso de otros tipos de combustibles.

La Asociación Española de Empresas Productoras de Pellets de Madera (APROPELLETS), señala las siguientes ventajas por la utilización del Pellet¹⁵:

- No se talan árboles para estos efectos, puesto que se usan desperdicios de podas, carpinterías o talas.
- En las estufas de pellet es la propia estufa la que añade el producto según la demanda de energía.
- Se produce menos monóxido de carbono.
- Se reduce el tamaño de las estufas.
- Fácil apilamiento de los sacos.
- Se generan cenizas menos tóxicas que otros combustibles.
- Suele ser más barato que otros combustibles.

¹⁵ <http://www.apropellets.com/el-pellet/>

- Su uso, está indicado para consumo doméstico e industrial, y se distribuye en diferentes formatos según las necesidades de cada usuario.



Superior: Planta productora de Pellet (izq) Plantas de generación en base a pellet (der)
Inferior: Caldera industrial (izq) Estufa de uso domiciliario (der)

Figura N° 4
PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE PELLETT

EL PELLETT EN CHILE

El principal uso del pellet de madera es como combustible para calefacción domiciliaria, y sus principales competidores en Chile corresponden a leña, parafina, electricidad, gas licuado y gas natural.

Dentro de los competidores, la leña es el único combustible que supera al pellet en cuanto al volumen de consumo, pero no así en sus ventajas medioambientales y en su facilidad de transporte, uso y almacenamiento.

Lo anterior ha provocado un fuerte interés por parte del Gobierno en potenciar el uso del pellet como una alternativa frente a los problemas medioambientales presentes en el país, limitando el uso de calefactores que utilicen leña como combustible, llevando a cabo programas de recambio de calefactores que utilizan este combustible por calefactores en base a pellet (Sarzoza, 2016; Salazar, 2017; Escobar y Weil, 2018; INFOR, 2019a).

Además, en los últimos años se ha producido un incremento en la adquisición de estufas y calefactores de pellet en el país por parte del sector industrial y domiciliario. Los productores atribuyen el éxito de penetración del pellet a su costo, pues este es un 50% menor que el gas y, si bien es más caro que la leña informal, esta contamina en una tasa mayor y enfrenta restricciones de uso en comunas con planes de descontaminación ambiental. También la producción de pellet se visualiza como una buena alternativa para los sub productos del aserrío y la remanufactura.

A contar del año 2012, se genera un aumento en el número de plantas productoras de pellet, en un proceso con distintos escenarios, en donde algunas de ellas, después de un tiempo, han discontinuado su proceso productivo debido a diversas razones entre las que destacan falta de abastecimiento de materia prima de calidad adecuada, desconocimiento en cuanto a los costos de producción, alternativas de inversión y normas de calidad, entre otras. Sin embargo, en este mercado se producido una permanente creación de empresas, las que, en algunos casos, como se ha mencionado, detienen su producción, o bien se dedican posteriormente a la distribución de pellet (INFOR, 2019a).

A diciembre del 2019, existen en Chile 21 plantas productoras de pellet, de diferentes tamaños, que en conjunto alcanzaron un volumen total de producción de 90.000 t para el año 2018 con una estimación cercana a las 120.000 t el año 2019. En el Cuadro N° 4 se presenta un listado de las 21 empresas productoras de pellet existentes en el país a diciembre del 2019.

Cuadro N° 4
PLANTAS PRODUCTORAS DE PELLETS EN CHILE
DICIEMBRE 2019

Razón Social		Especie	Comuna	Región
1	Full Madera Ltda.	Pino radiata	Lonquén	Metropolitana
2	Alto Pellet Ltda.	Pino radiata	Santiago	Metropolitana
3	Forestal Acza S.A.	Nativo	San Joaquín	Metropolitana
4	Ignisterra	Lenga	Villa Alemana	Valparaíso
5	Bioenergía S.A	Pino radiata	Talca	Maule
6	3 Volcanes Ltda.	Pino radiata	Talca	Maule
7	Ligno Pellets	Pino radiata	Constitución	Maule
8	ECOMAS	Pino radiata	Los Ángeles	Bio Bio
9	Pellet Bio Bio SpA	Pino radiata	Cabrero	Biobío
10	Biopower Spa. HomePellet	Pino radiata	Coronel	Bio Bio
11	Andes BioPellet S.A.	Pino radiata	Los Ángeles	Bio Bio
12	Climandef	Pino oregon	Los Ángeles	Bio Bio
13	Innapel	Pino radiata	Talcahuano	Bio Bio
14	Green Pellets	Pino radiata	Concepción	Bio Bio
15	FUOCO	Pino radiata	Lautaro	Araucanía
16	Traiguen Energy S.A.	Pino radiata	Traiguen	Araucanía
17	Muebles Romero Ltda.	Pino radiata	Villarrica	Araucanía
18	Magma Pellets	Pino Oregón	Villarrica	Araucanía
19	Recuperadora de Maderas Ltda.	Pino radiata	Puerto Varas	Los Ríos
20	Aserraderos Collico	Pino radiata	Mariquina	Los Ríos
21	Maderas San Vicente Ltda.	Lenga	Punta Arenas	Magallanes

(Fuente: INFOR, elaboración propia, diciembre 2019)

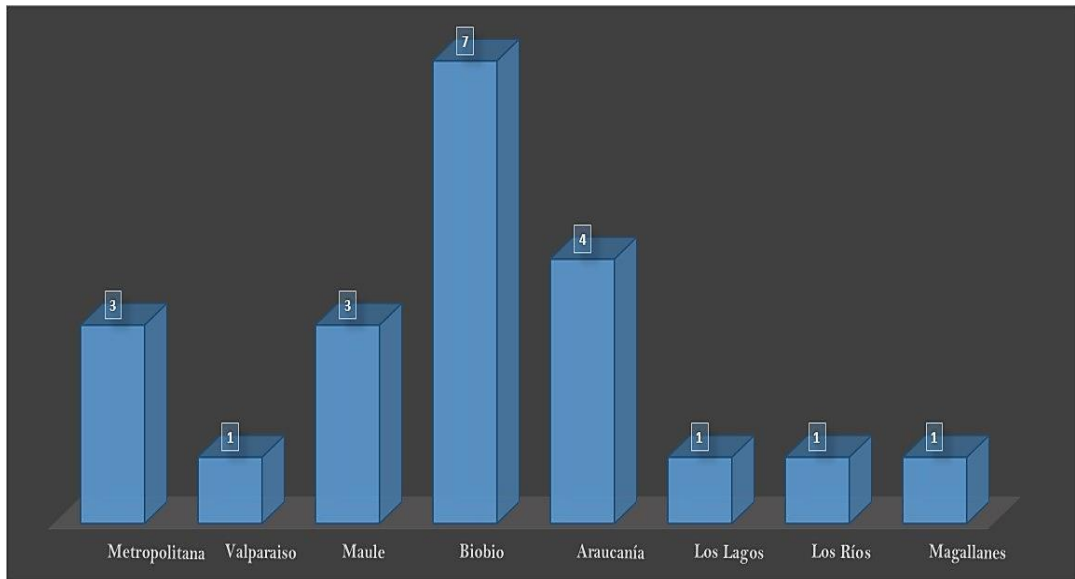


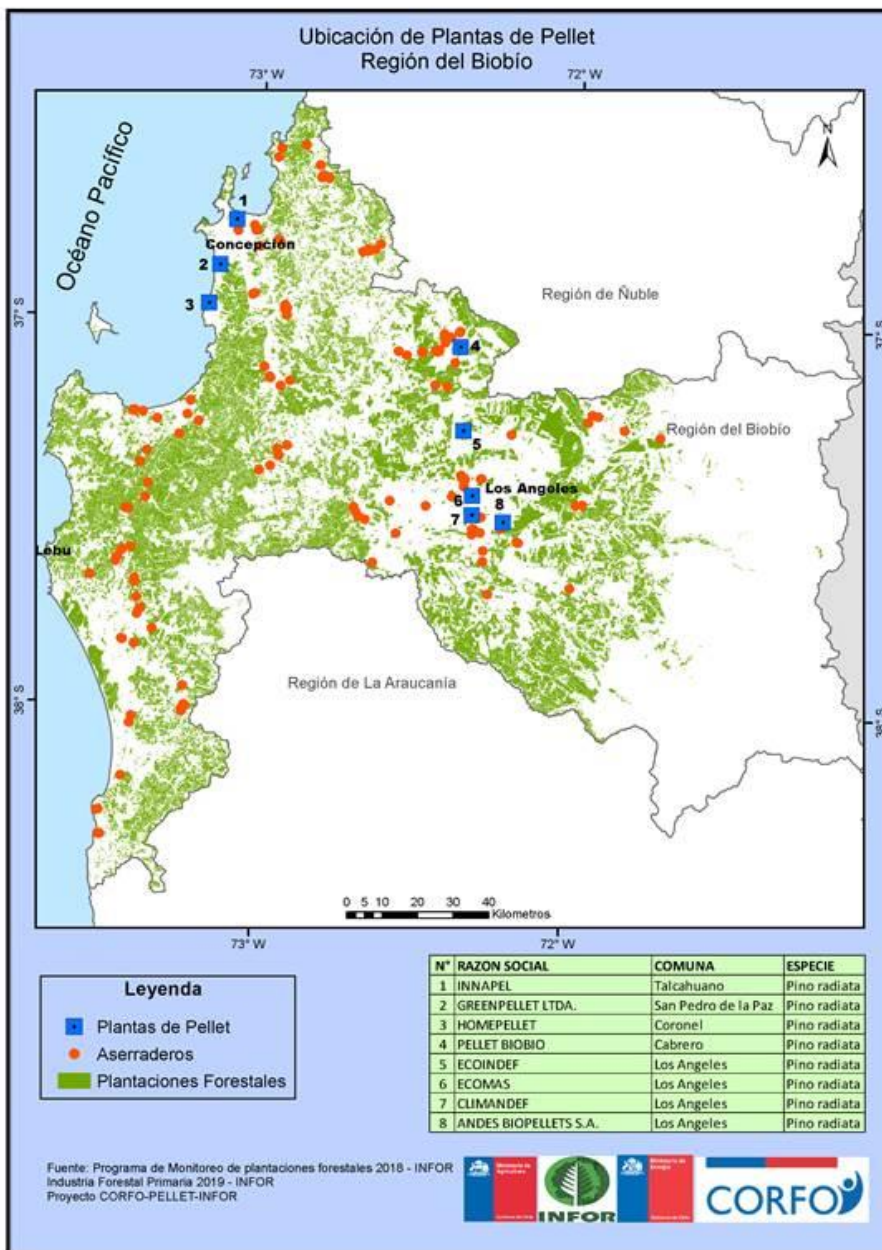
Figura N° 5
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PLANTAS DE PELLETS EN CHILE

El 32% de las plantas productoras de pellet del país se ubican en la región del Bio Bio (7 plantas), seguido por la región de la Araucanía donde existen 4 plantas (18%) y la región del Maule con 3 plantas (13%), concentrándose en estas 3 regiones el 63% de las plantas de pellet del país. Como se ha mencionado, este es un sector en permanente crecimiento o cambio, lo que se manifiesta en que, a la fecha de este documento, existían al menos 4 nuevas plantas productoras de pellet en el país, las que se ubican en las regiones de Maule (Talca), Bio Bio (Los Ángeles), Araucanía (Temuco) y Aysén (Coyhaique).

La principal región productora de pellet en Chile es la región del Bio Bio, en donde es posible observar la vinculación de redes de abastecimiento de las plantas de pellet (Salazar, 2017; Escobar y Weil, 2018; INFOR, 2019a). Para ello es posible localizar en un plano general de la región la ubicación de plantas astilladoras, aserraderos, plantas de celulosa, plantas de tableros y plantas de postes y polines, además de la ubicación de las plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios y de empresas (Figuras N° 6 y N° 7). Esta información es de utilidad para dimensionar el recurso forestal y los posibles abastecedores de materia prima para la industria del pellet, y también, para el análisis de posibles nuevas ubicaciones para plantas de este producto que se deseen instalar en la región.

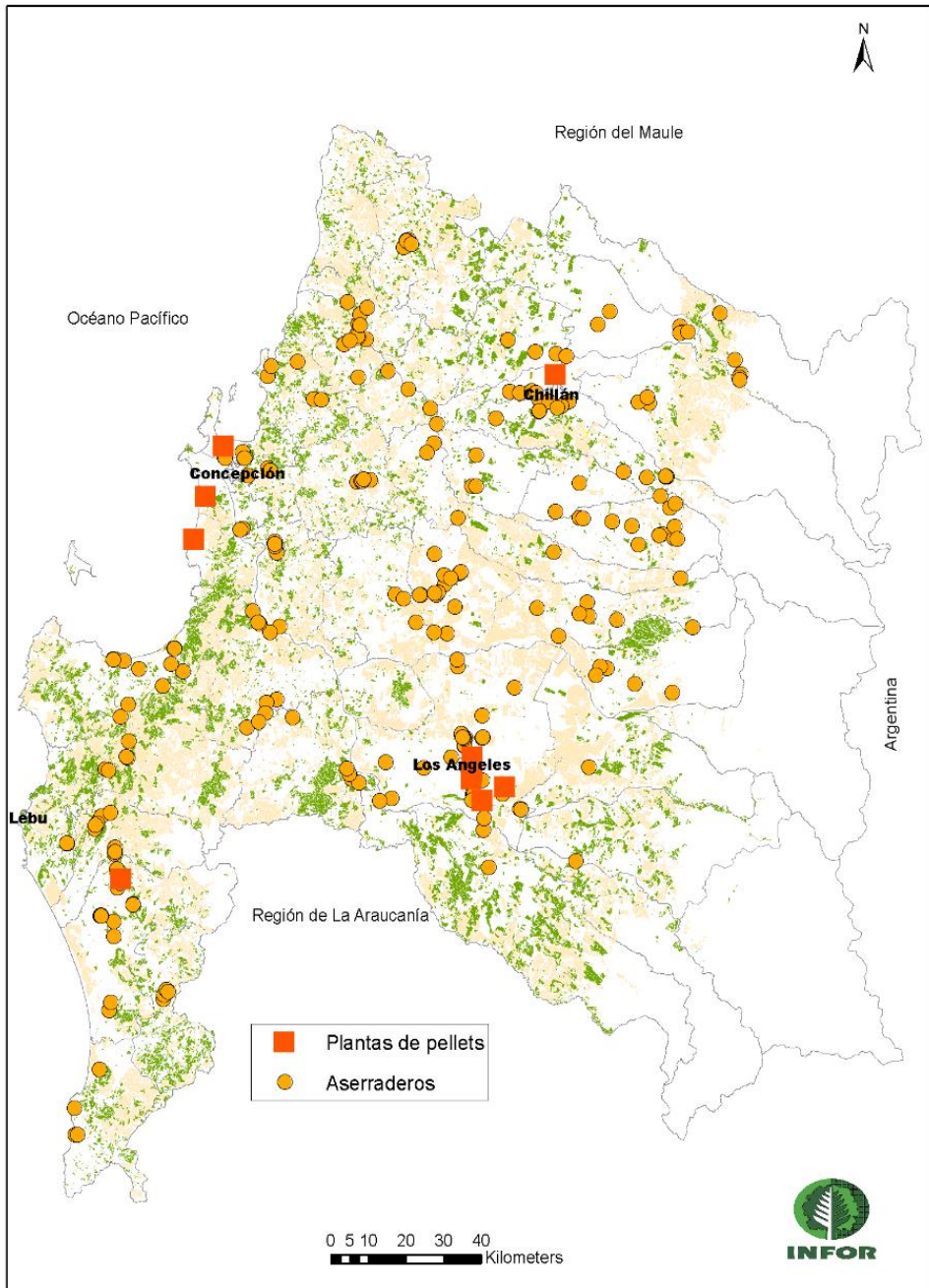
Debido al aumento en la demanda de pellet, las empresas productoras que están asociadas a complejos industriales han tenido que complementar su abastecimiento de materia prima a través de compras a terceros. A ello se agrega que un porcentaje de empresas productoras no están asociadas a aserraderos, por lo que no cuentan con abastecimiento propio y permanente. Ambos escenarios coinciden en la necesidad de contar con un abastecimiento externo de biomasa forestal de calidad adecuada para sus procesos productivos.

Cabe agregar que en Europa, gran parte de las plantas productoras de pellet no cuentan con patrimonio o abastecimiento directo de biomasa y su modelo de producción se basa en la búsqueda y adquisición de la biomasa requerida para sus procesos en su totalidad.



(Fuente: INFOR, 2019b)

**Figura N° 6
PLANTAS DE PELLET REGIÓN DEL BIO BÍO**



(Fuente: INFOR, 2019b)

Figura N° 7
PLANTAS DE PELLET Y ASERRADEROS EN LA REGIÓN DEL BIO BIO Y ÑUBLE

Producción de Pellet en Chile

De acuerdo con la información recopilada, las principales características de la producción de pellet en Chile se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- El 97% de la biomasa que se utiliza en los procesos es de pino radiata y corresponde a viruta y aserrín seco, limpio, sin corteza, provenientes de aserraderos o plantas de remanufactura.
- Algunas plantas productoras de pellet utilizan pino oregón y lenga.
- Se produce 1 solo tipo de pellet, 6 mm, no existiendo diferencias según equipo de destino (caldera o estufa).
- Existe una norma del Instituto Nacional de Normalización sobre Producción y Clases de Pellet (ISO 17.225).
- Pese a que varias empresas productoras están asociadas a aserraderos, existe un abastecimiento externo en la mayoría de las empresas.
- Hay un incremento creciente en su producción y consumo, con una tendencia al alza, por lo tanto se estima que se requerirá más materia prima.
- La producción y el consumo se ven favorecidos por la existencia de un programa de recambio de estufas del Ministerio de Medio Ambiente, entre las regiones de O'Higgins y Aysén.

Si se considera solo la cantidad de pellet producida, los antecedentes señalan que de las estimadas 122.220 toneladas producidas durante el año 2019, más del 70% se generó en la región del Bio Bio.

La producción estimada durante el año 2019 en base a información de 14 empresas en tres regiones se presenta en el siguiente Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5
PRODUCCIÓN ESTIMADA DE PELLETT AÑO 2019
EN LAS PRINCIPALES REGIONES PRODUCTORAS

Región	Producción (t/año)
Maule	7.470
Bio Bio	88.010
Araucanía	26.740
Total	122.220

(Fuente: INFOR, elaboración propia, diciembre 2019)

En el país existe un incremento significativo en la demanda de pellet a través de licitaciones para edificios públicos, principalmente en ciudades con altos niveles de contaminación, como Temuco, Padre las Casas y Coyhaique, estimándose un constante aumento en los requerimientos.

Los pellets producidos en el país son de buena calidad y cumplen los estándares europeos, aunque en Chile no existe un marco regulatorio obligatorio aplicable a la producción de pellets, existe en la actualidad la norma chilena. Además, el Ministerio del Medio Ambiente promulgó el Decreto 46, para certificar las características y la seguridad de los calefactores a pellets a partir del 1 de octubre de 2016, según fuentes de la SEC. Lo mismo sucede con el Instituto Nacional de Normalización (INN), que presenta una norma orientada a los ensayos a realizar en estufas o calderas que utilizan el pellet para la producción de energía.

En relación con las normas internacionales actualmente consideradas en el país para la producción de pellet, estas son las norma de Austria (ÖNORM M 7135; ÖNORM M 7136; ÖNORM M 7137); Suecia (SS 18 71 20); Alemania (DIN 51731) e Italia (CTI R04/05). Estas normas abordan temas como la caracterización del pellet (tamaño, largo, diámetro), su transporte, logística, residuos producidos, origen de la biomasa y otros.

La comercialización del pellet presenta diferentes periodos de venta, dependiendo de la zona geográfica del país y en la zona sur existe una demanda todo el año. En general, la producción de pellet se realiza durante todo el año y la concentración de la venta ocurre durante la época de invierno, periodo que concentra la demanda de calefacción residencial.

Una situación deseable, además, es que el productor cuente con materia prima propia (bosques, viruta, aserrín), o bien cuente con contratos industriales de largo plazo de manera de poder rentabilizar las utilidades de las empresas de pellet durante todo el año.

Hoy en día, la viruta seca, que es un subproducto de la industria de la madera en Chile, es la materia prima principal para la elaboración de pellet de madera, pero esto no era así antes del 2005 en Chile (Sarzosa, 2016; Salazar, 2017; Escobar y Weil, 2018; INFOR, 2019a). En esos años la viruta seca era considerada un desecho, el cual hasta podría tener un costo mínimo para las empresas de la industria de Aserrío, como una forma de deshacerse de este subproducto.

Habitualmente estas plantas industriales tienen una superficie limitada para desarrollar su actividad principal, por lo cual valoran altamente que sus subproductos se retiren a la mayor brevedad del recinto.

La elaboración de pellet le permite decidir a la respectiva planta de elaboración la velocidad de retiro de su viruta y aserrín, sin tener que depender de terceros. Todo esto facilita los flujos de su producto principal, la madera elaborada.

Como se mencionó, durante los primeros años a las empresas productoras de pellet se les hizo difícil mantenerse en el mercado, esto debido a que el mercado chileno era reducido, a que fue un producto nuevo que pocas personas conocían y en el cual el costo de los equipos necesarios para su consumo eran altos, además de que la exportación de pellet no resultó rentable.

Sin embargo, cuando el problema de la contaminación atmosférica por la quema de leña húmeda se volvió relevante, el Ministerio del Medio Ambiente comenzó el programa de recambio de calefactores, incluyendo equipos a pellets a partir del año 2013, como una medida de apoyo al cumplimiento de los programas de contaminación ambiental.

Calidad del Pellet de Madera

Al momento de utilizar el pellet es necesario asegurarse de su calidad, ya que un pellet de mala calidad puede provocar problemas de rendimiento y disminuir la vida útil de estufas o calderas. Por el contrario, un pellet de adecuada calidad utilizado en una caldera de tipo industrial que no requiere de un pellet tipo Premium, este último podría significar un costo en el que no es necesario incurrir. Por ello es necesario conocer y adquirir pellet de adecuadas características, de acuerdo al equipo que se utilice, pero en Chile el 100% del Pellet que se produce corresponde a calidad domiciliaria, homologada al del tipo A1.

A nivel mundial, esto se logra a través de un sello o certificado de calidad, siendo las normas DINPLUS o ENPLUS bajo la norma UNE-EN ISO 17225-2:2014, las más utilizadas. Estas certificaciones obligan al productor a diseñar y vigilar los procedimientos de producción y comercialización para el cumplimiento de los estándares requeridos.

Estas certificaciones permiten que el consumidor, el fabricante de equipos y el comercializador tengan la garantía de los rangos en que se encuentran las características del pellet que se compra o para el que se diseñan los equipos.

Factores que Condicionan la Calidad del Pellet

La biomasa forestal utilizada para la producción de pellet tiene su origen en la actividad silvícola en los bosques (restos de cosecha, raleo u otras actividades) o bien en los subproductos de la industria del aserrío o de la remanufactura. En base a este material y el proceso productivo, existe consenso en que hay factores claves que determinan la calidad del pellet producido. Entre estos factores se pueden señalar los siguientes como los más relevantes:

- La Madera

El origen de la madera utilizada como materia prima afecta directamente la calidad del pellet resultante. En Europa la mayor calidad A1 para uso doméstico debe provenir del tronco o fuste del árbol, y/o subproductos de la industria maderera no tratados químicamente (virutas, astillas, aserrín).

Otro tipo de biomasa como árboles enteros y restos de corta presentan el inconveniente de contener corteza, lo que origina un pellet de menor calidad.

Si bien en Chile la principal biomasa que se utiliza para la producción de pellet es la de pino radiata, la especie en sí no determina la calidad del producto, pero sí influye en los valores que se obtiene en algunas de las características técnicas o calidad del producto final.

- **Los Aditivos**

En la mayoría de los casos la lignina natural de la propia materia prima de origen forestal es suficiente para lograr la compresión y adhesión de las fibras para producir el pellet. La norma europea señala que el uso de ciertos aditivos está permitido para mejorar la compactación de las fibras o su combustión, pero estos deberán ser identificados y no sobrepasar el 2% de la biomasa.

De igual forma, la norma chilena ISO17225/2 indica que los aditivos deben ser declarados en cantidad y tipo, no debiendo superar el 2% en masa.

- **Las Dimensiones**

La norma chilena ISO17225/2 indica que el diámetro objetivo del pellet debe ser de 6 mm con un rango de ± 1 mm. También se indica una opción de diámetro de 8,8 mm con igual tolerancia, el cual podría ser utilizado en calderas industriales. Respecto del largo, la norma indica que este debe estar entre los 3,15 y 4,0 cm.

Estas dimensiones se establecen en concordancia con las normas utilizadas internacionalmente y tienen como objetivo también facilitar el manejo del biocombustible, su transporte y carga en los equipos, de manera de facilitar la eficiencia del diseño de la cámara de combustión de los artefactos.

- **La Humedad**

El porcentaje de humedad del pellet incide en su utilización y la eficiencia de combustión. Cuanto menor sea la humedad del pellet mayor será el poder calorífico y la eficiencia en la combustión, reduciendo además la emisión de humos y cenizas.

Tanto en la norma chilena como en las usadas a nivel internacional, se indica que los pellets de madera certificados no deben superar el 10% sobre la masa total.

Es muy importante así que la biomasa utilizada en la producción del pellet esté en una condición seca, caso contrario las plantas productoras deben considerar un proceso previo de secado de la materia prima para evitar complicaciones en el proceso de fabricación y en la calidad final del producto a obtener.

- **La Ceniza**

La calidad del pellet se relaciona con la cantidad de cenizas generadas durante la combustión. Una estufa de uso domiciliario requiere de un pellet que minimice la producción de cenizas, de manera de evitar problemas en el funcionamiento del equipo y reducir la frecuencia de la limpieza de este por parte del usuario. Por el contrario, la utilización de un pellet de tipo industrial permite un porcentaje de cenizas superior en calderas.

Tanto en la norma chilena como en las usadas a nivel internacional, se indica que el porcentaje de cenizas sobre la masa total de pellet debe ser inferior al 0,7%. Para conseguir este rango es necesario que la materia prima sea de calidad adecuada, evitando las cortezas y ramas pequeñas.

La cantidad y tipo de cenizas depende también de la temperatura de fusión de las cenizas en los artefactos. Se debe evitar la formación de escorias sobre las superficies de los equipos, que reducen su rendimiento y pueden llegar a generar problemas de funcionamiento. Por ello, las normas europeas DINPLUS y ENPLUS indican que se debe especificar que la temperatura de fusión de las cenizas será siempre mayor o igual a 1.200°C.

Por el contrario, la norma chilena no menciona un valor definido del comportamiento de fusión de las cenizas, indicando solamente que se debería declarar.

- **La Durabilidad y los Finos**

En el proceso de producción de pellet es necesario observar las características de durabilidad mecánica del producto, lo que permite establecer la facilidad que este tiene para romperse y disgregarse el cilindro compactado, lo cual aumenta la generación de finos durante su transporte y manejo. Las partículas finas pueden causar problemas de funcionamiento o no ser aprovechadas en equipos de alimentación automática, lo que genera una baja en el rendimiento durante la combustión.

En los procesos de certificación Internacional el pellet es sometido a testeos a través de ensayos de vibraciones y golpes, lo que permite definir la durabilidad y el porcentaje de finos generados.

En Europa las normas señalan que el porcentaje de pellet sin daños o alteraciones en su durabilidad debe ser 97,5% a 98%. La norma chilena en cambio, menciona que el porcentaje de masa del producto, sin daños debe estar entre un 97,5% y un 96,5% según clasificación del pellet.

La durabilidad, puede ser afectada por un exceso de humedad del pellet, ya sea por problemas en el proceso de producción o por un inadecuado almacenaje. Una menor durabilidad o un porcentaje mayor de humedad generan un menor poder calorífico del pellet.

Los finos son generados principalmente durante el proceso de manejo y transporte del pellet. Las normas europeas definen el porcentaje sobre la masa total de producto de estas partículas medidas justo a la salida de la línea de producción y envasado. Se debe garantizar que este porcentaje sea menor de un 1% de la masa total y de un 0,5% en el caso del producto comercializado en sacos de hasta 20 kg.

La norma chilena menciona al respecto que el porcentaje de finos debe ser menor de un 1% de la masa total, sin especificar diferencias según formato de comercialización.

Dado que la durabilidad mecánica y los finos deben ser garantizados al momento de la utilización del pellet, es importante que el productor y comercializador cumpla con las recomendaciones del transporte, almacenamiento y manejo del producto.

- **La Densidad**

La densidad del pellet es una característica fundamental considerada en la calibración y especificaciones técnicas de los equipos sin control automático del suministro del aire y donde el volumen de biocombustible debe adecuarse al funcionamiento del equipo.

Según las normas europeas este valor debe estar indicado en la bolsa, o debe ser indicado al consumidor, y dentro de un rango de 600 a 750 kg/m³. La norma chilena menciona al respecto que este valor debe ser mayor o igual a los 600 kg/m³.

- **El Poder Calorífico**

El poder calorífico del pellet es otra de las principales características que se considera al momento de su uso y en la selección del proveedor, por lo que en las normas europeas este valor debe ser certificado y garantizado. Este valor incide, además, en la cantidad de pellet que se requerirá para calefaccionar una instalación determinada.

La norma europea y la chilena señalan que el pellet debe alcanzar un poder calorífico por encima de 4,6 kWh/kg.

- **Los Elementos Químicos**

El contenido de diferentes elementos químicos en cantidades superiores a las determinadas en las normas, pueden perjudicar el funcionamiento del equipo al generar procesos de corrosión en él, además de afectar el porcentaje y composición de las cenizas y/o aumentar las emisiones.

Los principales elementos químicos a considerar en esta evaluación de la calidad del pellet corresponden a Nitrógeno, Azufre y Cloro, principalmente,

Los valores permitidos de estos elementos no están presentes en las normas internacionales, ya que dependen de las condiciones de combustión y del equipo utilizado.

La norma chilena señala una serie de elementos químicos y los rangos de tolerancia para cada uno de ellos, agregando a los ya mencionados Arsénico, Cadmio, Cobre, Plomo, Mercurio, Níquel y Zinc, variando los rangos entre los 0,5 y 100 mg/kg en base seca o 0,02 a 0,05% (m/m) en base seca para el caso del Azufre y Cloro.

Certificación del Pellet

Las normas señalan los rangos en que las diversas características del pellet permiten asegurar su uso eficiente y en adecuadas condiciones, lo que se certifica u homologa a través de ensayos y muestreos en laboratorios debidamente adecuados para ello.

Al ser el pellet un producto derivado de la biomasa forestal se pueden generar variaciones a lo largo del proceso productivo, que contempla su manipulación, embalaje, almacenamiento y/o transporte, pero estas etapas siempre deben ser monitoreadas de manera de no estar fuera de los rangos establecidos.

Es importante asegurar al consumidor final la calidad del pellet a utilizar, de manera que le permita un funcionamiento adecuado del equipo. Por este motivo y al igual que en Europa, es necesario que en Chile se analice la opción de avanzar hacia una certificación del pellet adaptada a la realidad del país, a través de normas que sean conocidas, validadas y exigidas para su comercialización. Ello también permitiría una diferenciación de calidades

según tipo de pellet y destino de uso, y con ello posibles diferenciaciones de precios según calidad.

Se debe tener presente que la certificación del pellet permitiría garantizar los valores obtenidos a partir de una muestra concreta, obtenida desde una empresa externa, en una fecha determinada. Una adecuada certificación debería implicar un monitoreo constante del producto según empresa y en forma aleatoria, de modo de poder garantizar el cumplimiento de las normativas.

Obviamente esta certificación en Chile requiere contar con laboratorios capacitados y acreditados, para la Norma Chilena o para Normas Internacionales, en este último caso requiriendo de una acreditación a partir de organismos internacionales, así como también de los profesionales que realicen dicho proceso.

Un pellet certificado es una garantía para que productores y consumidores cuenten con un producto de adecuada calidad según los equipos a utilizar. Además, un pellet certificado asegura un adecuado rendimiento de los equipos y una menor emisión de contaminantes y consumo durante la combustión, lo que permite una mayor vida útil de las instalaciones.

Esta misma certificación permitiría una diferenciación en el mercado y la posibilidad de los usuarios de elegir entre distintos tipos de pellet, conociendo y asegurado las calidades del producto a utilizar, generando con ello diferenciales de precios en el caso del pellet de mayor calidad.

Abastecimiento de Plantas de Pellet

La mayor parte de las plantas productoras de pellet de Chile utilizan como materia prima inicial viruta y aserrín secos, provenientes de la elaboración de madera, que ha sido secada artificialmente por ellos mismos o por una empresa relacionada. El utilizar material seco (contenido de humedad de aprox. 10% o menor), permite importantes ahorros y minimizar los problemas durante la operación (INFOR, 2019a).

Es importante destacar que, en la actualidad, la industria del pellet cuenta con dos modelos de abastecimiento. Algunas empresas productoras se encuentran asociadas o son parte de aserraderos, lo que les permite contar con un abastecimiento seguro de materia prima. En cambio, un grupo importante de las empresas productoras de pellet debe adquirir la totalidad de la materia prima que requieren a aserraderos y plantas de remanufactura pertenecientes a terceros, lo que genera inestabilidad e inseguridad al modelo de producción.

La compra de viruta y aserrín seco a terceros ha sido hasta ahora el principal problema para los productores de pellet que no están asociados a centros de aserrío o remanufactura. En escenarios de baja actividad industrial de los aserraderos se generan menores subproductos para las plantas de pellet, afectando su abastecimiento y producción.

A lo anterior se agregan, según información entregada por productores de pellet, otros factores que limitan el acceso a la biomasa de calidad requerida:

- Aumento en el costo de viruta seca.
- Elevado costo del flete y complicación logística (volumen).

- Riesgo de que la biomasa contenga impurezas que afecten el proceso

Consecuentemente, el volumen de viruta y aserrín seco que produce cada complejo industrial es el que condiciona la producción total de pellet en el país, la cual es habitualmente de un turno de prensa. La dependencia que tienen las plantas productoras de pellet respecto al abastecimiento de materia prima seca es la que determina principalmente el volumen o techo a su producción final.

Esto puede tener una solución o alternativa a través de la utilización de un material disponible como lo es el aserrín o viruta húmeda, el cual es un subproducto de la industria del aserrío que está presente en la mayor parte de los complejos industriales, generalmente sin uso. Sin embargo, la planta de pellet debe invertir en el secado artificial de la materia prima, que les permita aumentar los volúmenes utilizables.

Según INFOR (2016), a nivel general, un 50,8% de la madera aserrada recibe el tratamiento de secado artificial. Sin embargo, al disgregar por tamaños de plantas, los grandes aserraderos concentran el 73,3% de la madera secada artificialmente, mientras los medianos y pequeños lo hacen en un 23,5% y 3,2%, respectivamente. Lo anterior se ratifica con que 108 aserraderos secan artificialmente mientras 982 unidades no lo hacen.

Las plantas productoras de pellet que están asociadas a aserraderos y plantas elaboradoras cuentan con disponibilidad de viruta y aserrín seco, sin embargo, este material durante el proceso productivo puede llegar a un nivel limitado. No obstante, el aserrín húmedo que producen ellos o sus empresas relacionadas es varias veces mayor. Según INFOR (2016; 2019) por cada m³ sólido de viruta y aserrín de elaboración (seco) se producen 7,8 m³ sólidos de aserrín húmedo. Lo anterior corresponde a una situación promedio a nivel país.

Cada planta productora de pellet hoy tiene una particularidad. Hay casos en donde se compra la totalidad del material (seco y húmedo) desde centros de aserrío cercanos, mientras en otros todo el aserrín es húmedo y propio, pero igual se requiere de un porcentaje que se debe adquirir.

En general existe una mayor proporción de aserrín verde respecto al material seco, en donde en un aserradero puede que la totalidad del aserrín húmedo generado es equivalente a la viruta y aserrín seco. Otro antecedente que indica la abundancia relativa de aserrín húmedo respecto a biomasa seca, es el precio, y en general el valor del aserrín húmedo es inferior al del mismo material en estado seco.

La biomasa forestal es posible generarla, el establecimiento de plantaciones con fines energéticos podría representar una interesante alternativa para aumentar la disponibilidad de materia prima que permita abastecer la demanda creciente de pellet a nivel nacional, sin tener que depender de los vaivenes productivos de la industria del aserrío. No obstante, es necesario evaluar la rentabilidad de las plantaciones en este caso.

Esta opción podría ser de interés para pequeños propietarios forestales, ellos cuentan con superficie disponible para establecer dichas plantaciones, que podrían generarles una nueva alternativa de negocio, como proveedores de materia prima en forma directa o bien a través de la generación de centros de acopio de biomasa.

Costos Asociados a la Producción de Pellet

A continuación, se entrega una aproximación a los costos asociados a la elaboración de pellet de madera, considerando los costos involucrados en el traslado de material y su participación agregada en el costo final de producción (Cuadro N° 6).

**Cuadro N° 6
FACTORES GENERALES DE PRODUCCIÓN DEL PELLETT**

Factor	Valor (\$/kg) (s/IVA)	Valor Relativo
Materia prima (1)	36	23
Costo de producción	64	40
Margen del productor	13	8
Subtotal	113	71
Flete (2)	9	6
Subtotal	122	77
Margen del distribuidor	37	23
Precio venta público	159	100

(1): USD 55/BDMT de viruta seca, USD= \$65, 1.000 k Pellet/BDMT

(2): Se considera un flete de 180km, \$1.500/km, camión de 29.000 k

En relación con los factores asociados a la fabricación de pellet, en el Cuadro N° 7 se presenta una aproximación a los costos de operación y mantención de una planta elaboradora, generada a partir de información proporcionada por productores.

**Cuadro N° 7
PORCENTAJES DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN
DE UNA PLANTA ELABORADORA DE PELLETT**

Factor	Rango (%)
Energía (Electricidad) (*)	15
Biomasa (si se adquiere) (**)	27-38
Mano de obra	15-20
Secado de la materia prima (de ser necesario)	5
Otros (mantención de prensa y otros equipos, insumos, repuestos, embolsado, publicidad, etc.)	23-30

(*): Es posible concertar convenio para obtención de energía, lo que permite reducir este valor a cerca del 10%

(**): Un porcentaje de esta biomasa se utiliza también como combustible para la caldera del secador.

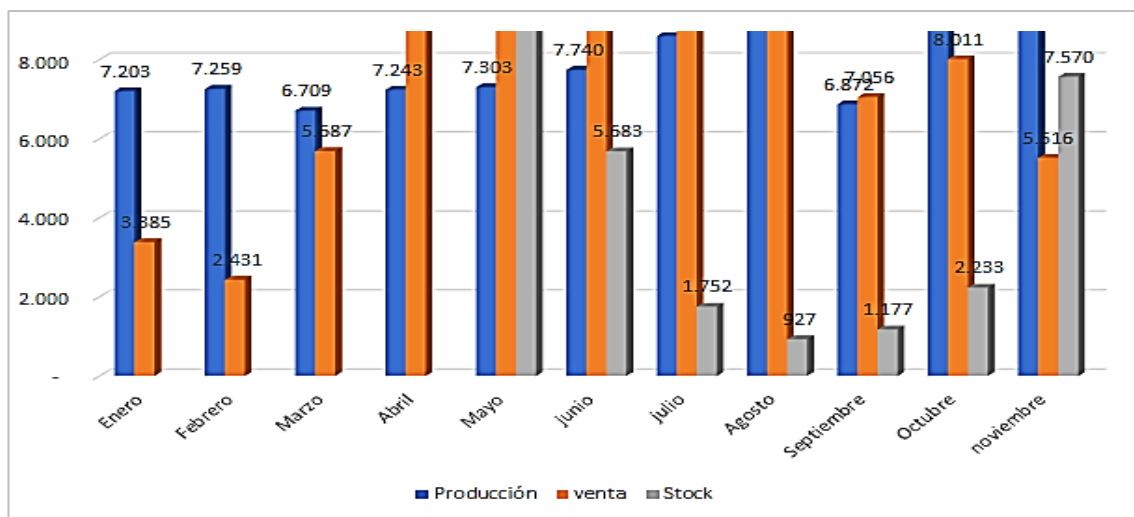
(Fuente: INFOR, elaboración propia, diciembre 2019)

Según la información recopilada, el costo de producción de pellet depende principalmente de la disponibilidad y precio de la biomasa. Cualquier fluctuación en el valor de la biomasa y de su calidad, afecta el costo de producción. El costo de producción es también afectado por el tamaño de la planta de producción de pellet. Una planta de 5.000 t/año es de rango de producción bajo, lo que puede afectar su rentabilidad.

La tendencia mundial es la instalación de plantas de sobre 10.000 t/año de producción, e incluso, de sobre 50.000 t/año. Esto permite producciones mensuales de sobre 1.000 t/mes. Este tipo de plantas contempla valores de 1 a 2 millones de dólares, con rangos de producción de 1.000 a 5.000 t/mes.

La asignación de valor a la inversión por kilo de pellet a producir es compleja, dado que diversos factores pueden afectar este valor, partiendo por fluctuaciones de mercado, cambios de valor de las monedas, infraestructura disponible y otros.

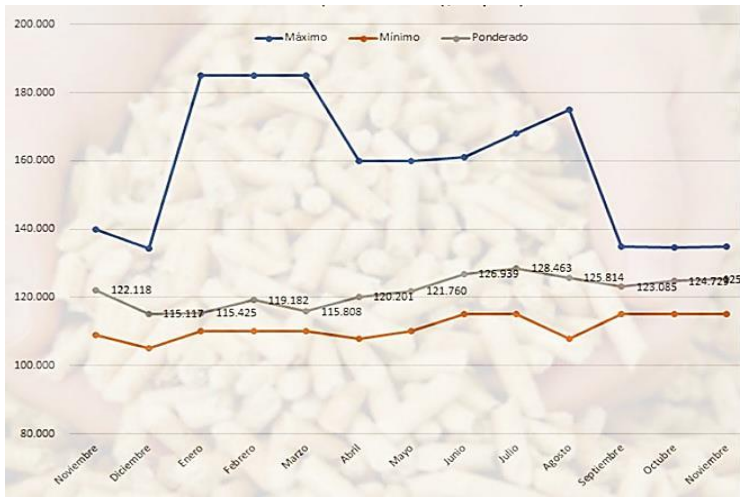
El año 2018 ACHBIOM generó en forma mensual un reporte de precios del pellet en el país, cuyos volúmenes se presentan en la Figura N° 8.



(Fuente: Observatorio del Pellets ACHBIOM, 2018)

Figura N° 8
VOLÚMENES DE PELLETS PRODUCIDOS EN CHILE EL AÑO 2018
(t)

El reporte señala un precio promedio de \$125.331/t, con valores mínimos y máximos de \$115.000, \$135.000, respectivamente. Los usos finales del pellet producido se concentran en los sectores Hogar, Institucional e Industrial, con porcentajes de 82; 7 y 11%, respectivamente. La variación del precio del pellet acumulada en el período enero-noviembre fue de un 8,6%, con un precio promedio anual de 122.431 \$/t, durante el año 2018.



(Fuente: Observatorio del Pellets ACHBIOM ,2018)

Figura N° 9
VARIACIÓN PRECIO DE PELLET EN CHILE DURANTE EL AÑO 2018

El consumo de pellet durante el período enero-noviembre según mes y destinatario final se presenta en la Figura N° 10. Es posible apreciar que el consumo por regiones, sigue identificando las regiones de La Araucanía, Los Lagos y Bio Bio como las de mayor consumo del país.

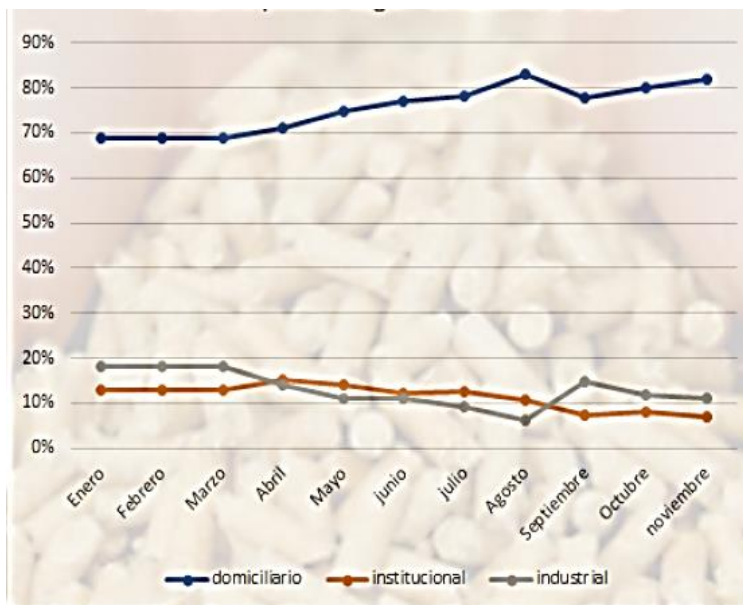


Figura N° 10
CONSUMO DE PELLET SEGÚN MES Y DESTINATARIO FINAL AÑO 2018

Precios del Pellet

Bajo los actuales escenarios, los productores nacionales coinciden en que el costo de producción actualmente no puede superar los \$90 a \$100/kilo aproximadamente para que el negocio sea rentable.

Respecto de los valores en el mercado, actualmente se reportan valores desde \$140 a \$220/kg al detalle (envases de 10, 15, 18 o 20 kilos) y valores algo menores al comercializarlo en maxi sacos o a granel.

INFOR (2019b) realizó un estudio en plantas productoras y de los precios y formatos de pellet en Chile, cuyos resultados generales se presentan a continuación.

Cuadro N° 8
PRECIOS Y FORMATOS DE VENTA DE PELLETT EN CHILE

Formato de Venta	Precio Promedio (\$/kg)	Precio Promedio (\$/envase)
Bolsa 10 kg	229	2.290
Bolsa 12 kg	220	2.640
Bolsa 15 kg	186	2.890
Bolsa 18 kg	182	3.276
Bolsa 20 kg	178	3.560
Maxi saco de 1.000 kg	140	140.000
Granel	125	

(Fuente: INFOR, 2019a, elaboración propia)

Factores que Influyen en el Precio del Pellet

La cadena de producción y comercialización de pellet en Chile tiene la participación de diferentes eslabones, tales como plantas de elaboración de madera (proveedores de viruta y aserrín secos), productores (plantas de producción de pellet) y comercializadores (*retail*, distribuidores y otros).

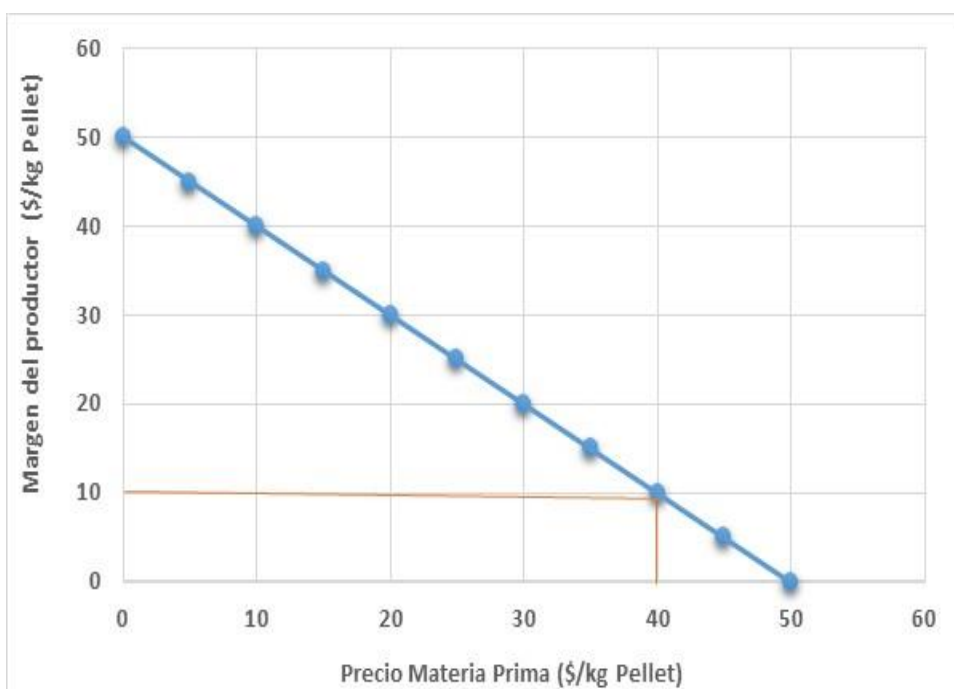
De acuerdo a lo indicado en los cuadros cada uno de ellos debe adaptarse a los márgenes que el mercado chileno les permite. Es así como aparecen especialmente relevantes, el costo de la materia prima (viruta y aserrín seco, puesto en destino) y el margen del distribuidor.

Todo esto, acotado por un precio máximo para el consumidor final, que se relaciona o compara con los combustibles alternativos (fósiles y otras biomásas forestales). Consecuentemente, se describen a continuación con mayor detalle, el costo de la materia prima, la participación de los comercializadores y la competencia con combustibles fósiles.

- Costo de Materia Prima

Como se ha mencionado, uno de los costos más importantes para la elaboración de pellet es el de la materia prima, en este caso viruta y aserrín secos, sin corteza y limpio. El productor debe enfrentar variaciones en el precio que debe pagar por la materia prima, es así que la situación promedio, correspondiente a un costo determinado por kilo de pellet, permite diferentes márgenes de utilidad para que la rentabilidad del negocio sea positiva y las alzas en el valor del pellet sean estables.

En la Figura N° 11 se presenta el rango completo, en donde si la materia prima no tuviera costo permitiría un margen de 50 \$/Kg, mientras que el precio máximo a cancelar sería del mismo monto, situación en la cual no habría margen para el productor, encontrándose aquí en su punto de equilibrio.



(Fuente: Adaptado de AChBIOM, 2018)

Figura N° 11
PRECIO MATERIA PRIMA (VIRUTA SECA) Y MARGEN DEL PRODUCTOR DE PELLETT

Se destaca que el margen de costos del distribuidor es proporcionalmente elevado con respecto al margen del productor. Si bien el margen del comercializador como porcentaje de la venta puede parecer alto, se trata de un producto que obliga al *retail* a disponer de una importante superficie techada para su almacenamiento, de manera de no alterar su calidad y contenido de humedad, así como también elevados costos de traslados internos, proporcionalmente a su margen.

- Competencia con Combustibles Fósiles

La introducción amplia del pellet a nivel domiciliario en Chile se basa principalmente en la sustitución de la combustión a leña, logrando de esta manera una notable reducción de las emisiones de material particulado y finalmente una mayor calidad del aire.

La introducción del pellet como producto derivado de la biomasa forestal, combustible más limpio y moderno, se ha visto en competencia con los combustibles fósiles, principalmente gas (licuado y natural) y parafina.

Respecto de costo del combustible, se entregan a continuación diferentes antecedentes que respaldan el significativo menor costo del pellet, en relación con los combustibles fósiles.

Dada la competencia que existe entre estos combustibles y especialmente la que se espera para el corto y mediano plazo resulta relevante comparar los costos respectivos.

El Ministerio de Medio Ambiente (2017) señala que para una casa promedio que utiliza 8 horas de calefacción diaria, el costo mensual sería de \$ 38.300 en el caso de emplear pellet, \$ 57.400 si fuera parafina y \$ 83.500 de tratarse de gas licuado (GLP). Esto representa un 50% y 118% de mayor costo, respecto al pellet.

Considerando la importancia de este aspecto, tanto como ventaja comparativa actual como así también respecto a potenciales alzas en el costo de producción de pellets, la Asociación Chilena de Biomasa (AChBIOM, 2018) realizó una actualización de los valores relativos de los tres combustibles.

Los resultados del análisis se presentan en los Cuadros N° 9 y N° 10.

**Cuadro N° 9
COMPARACIÓN DE COSTOS DE COMBUSTIBLE**

Combustible	Unidad	Precio Unitario (\$)	Energía Bruta (kwh/unidad)	Precio Energía Bruta (\$/kwh)	Eficiencia (%)	Precio Energía Neta (\$/kwh)	Valor Relativo
Pellets	kg	136	5,01	37	89,0	41,7	100
Parafina	L	597	5,6	62	92,7	67,1	161
Gas GLP	kg	1.175	12,9	91	87,2	104,5	250
Gas Natural	m ³	720	10,81	67	87,2	76,4	183
Gas	m ³	560	10,81	52	87,2	59,4	142

(Fuente. AChBIOM, 2018)

Cuadro N° 10
PRECIOS DE ACUERDO A LOS ENVASES (IVA INCLUIDO)

Ciudad	Pellet (Bolsa 18kg)	Gas GLP (Balón 45 kg)
Temuco	2.999	51.150
Valdivia	3.990	53.350
Osorno	3.100	53.600
Puerto Montt	3.300	53.350
Promedio	3.347	52.863
Valor (\$/kg)	186	1.175

(Fuente. AChBIOM, 2018)

Como conclusión, el productor de pellet está en un escenario en el cual tiene poco espacio de movimiento comercial. A fin de mejorar o al menos mantener sus márgenes, debe asegurar una materia prima de bajo costo, pero de calidad adecuada. Respecto a la competencia en la calefacción domiciliaria con los combustibles fósiles, es importante destacar y difundir el menor costo del pellet, intentando así compensar el despliegue publicitario de las grandes empresas distribuidoras de gas y de petróleo.

Distribución del Pellet en el Mercado Interno

La mayor parte de los productores comercializan su pellet a través de distribuidores, ya sea a través de las cadenas del *retail* o bien de distribuidores especializados. Existen además iniciativas de venta directa a público, en los mismos lugares de producción. Lo anterior, con diferenciaciones de los costos de venta, con descuentos en su valor final a medida que el volumen de compra sea mayor.

En relación a los distribuidores especializados, se han ido consolidando empresarios que originalmente vendían equipos y hacían el servicio técnico de los mismos, para abarcar también la venta de pellets. Lo anterior les permite no solamente aumentar sus montos de venta, sino que también garantizarles el suministro a los compradores de equipos. En el siguiente cuadro se presentan algunos de los canales de distribución de los productores de pellet.

Cuadro N° 11
PRINCIPALES CANALES DE DISTRIBUCIÓN DE ALGUNOS PRODUCTORES DE PELLETT

Tipo de Distribuidor
Sala de ventas propia
Venta directa en planta
Grandes tiendas
Distribuidores y/o Comercio
Clientes industriales

(Fuente: INFOR, elaboración propia, 2019)

La logística del transporte está condicionada básicamente por la modalidad de distribución y la minimización del costo de los fletes. En el caso de traslados a comunas diferentes de la de la unidad productiva, se utilizan los camiones de carga general. Para lograr reducciones en la tarifa, se prefiere completar camiones (29.000 kg), como así también aprovechar fletes de retorno.

Estimaciones de Penetración del Pellet en el Mediano y Largo Plazo

El pellet se está consolidando como un energético sustentable, renovable y como un combustible que permite la reducción de la contaminación en forma importante. Esto se reafirma o demuestra a través de los programas de los Ministerios de Medioambiente, Agricultura y Energía en sus Programas de Descontaminación Ambiental (PDA), y en la preferencia de los consumidores, que han privilegiado la utilización de energías no contaminantes, mediante un combustible limpio, de fácil manipulación y que no requiere de mayor espacio para su almacenamiento. Se agrega a esto un precio razonable en relación con el gas u otros combustibles fósiles. Además, existe ya una conciencia que la biomasa está llamada a hacer la diferencia en la lucha contra el cambio climático, en un escenario de crecimiento de la bioeconomía y de la búsqueda de energías renovables.

La penetración en el mercado ha sido de un aumento constante, con tasas superiores al 20% anual y que a juicio de los productores debería mantenerse en los próximos años.

Un factor importante sería una buena normativa en la región Metropolitana, que de ser generada significaría la apertura de un gran mercado para el pellet. Los nuevos proyectos inmobiliarios podrían incluir redes de calefacción común con bioenergía, con todos sus beneficios ambientales y económicos en grandes ciudades.

Otros factores que pueden favorecer una mayor penetración del pellet en el mediano y largo plazo son los siguientes:

- El surgimiento de nuevos PDA en diferentes regiones, que al aumentar las restricciones al uso de la leña incrementarían los programas de recambio de equipos y el consumo de pellets.
- Una intensificación en los planes de recambio de calderas industriales, que utilizan combustibles fósiles.
- Probablemente un avance en la opción de exportación de pellet durante todo el año. El mercado interno de Chile es pequeño, pero el mercado mundial está creciendo.

Es necesario destacar que esta actividad es una opción de desarrollo rural, al contar los habitantes locales con opciones de comercialización de sus flujos de materia prima o bien que la propia industria se instale en las cercanías de estos lugares de abastecimiento.

Mercado Internacional del Pellet Producido en Chile

Una pequeña parte de la producción de pellet de madera en el país está destinada a la exportación. En el Cuadro N° 12 se muestra la cantidad de pellet exportado entre los años 2015 y 2018, según región de origen y país de destino, según información de ProChile (2018).

De la información del cuadro es posible concluir que se observa un crecimiento en la exportación chilena de pellet hasta el año 2017. En el año 2018, hasta septiembre, la exportación fue de 535.500 kg de pellet, un 86,4% menos que a esa misma fecha el año 2017. Esto pudo ocurrir por debido al constante aumento en la demanda de este producto a nivel nacional, tanto a nivel domiciliario como a nivel industrial, lo que pudo provocar que las empresas de pellet hayan dado prioridad a satisfacer la demanda interna.

Un detalle importante es que el mercado externo es exigente en cuanto a la calidad y abastecimiento permanente del pellet, lo que debe ser considerado al momento de analizar la opción de incrementar las exportaciones de este producto.

Se puede observar también que la región del Bio Bio es líder en exportación de pellet, lo que seguro se debe a la concentración de plantaciones forestales e industrias forestales en ella. Desde el 2015 hasta septiembre del 2018, aportó con el 70,7% de las exportaciones nacionales de pellets, equivalente a 9.500 t, muy por debajo de las cantidades consumidas a nivel nacional. Este resultado es también producto de que en esta región se ubican las principales empresas productoras de pellets del país.

**Cuadro N° 12
EXPORTACIÓN NACIONAL DE PELLETS DE MADERA**

Año	Región de Origen Producto (Aduana)	Región Inicio de Actividades Empresa (SII)	País de Destino	Macro Sector	Valor Exportado (US\$ FOB)	Cantidad Exportada (kg)
2016	Bio Bio	Bio Bio	Italia	Forestales	327.639,76	2.484.208
2016	Mercancía Extranjera Nacionalizada	Metropolitana	Estados Unidos	Forestales	122,57	80
2016	Mercancía Extranjera Nacionalizada	Arica y Parinacota	Perú	Forestales	72,00	16
2016	Metropolitana	Los Lagos	Ecuador	Forestales	40,88	28
2016	Metropolitana	Metropolitana	Rep. Dominicana	Forestales	1.358,08	288
2017	Bio Bio	Bio Bio	Italia	Forestales	803.569,70	5.166.125
2017	Metropolitana	Metropolitana	Rep. Dominicana	Forestales	1.409,90	216
2017	Metropolitana	Metropolitana	Uruguay	Forestales	1.998,79	1.890
Ene-Sep 2017	Bio Bio	Bio Bio	Italia	Forestales	599.346,12	3.943.400
Ene-Sep 2018	Bio Bio	Bio Bio	Italia	Forestales	94.792,14	535.500
Ene-Sep 2018	Metropolitana	Metropolitana	Perú	Forestales	3.014,42	289

(Fuente. Base de datos de ProChile, 2018¹⁶).

¹⁶ Yolanda Lobos, 2019. Dirección Regional ProChile Bio Bio, Comunicación personal.

Un estudio del mercado del pellet de madera en Italia realizado por ProChile (2017) señaló que este mercado está en constante crecimiento y tiene una fuerte dependencia de las importaciones, lo cual lo hace atractivo para cualquier exportador.

Según Repetto y Gorgone (2020), Italia importó 426 millones de Euros, de los cuales 9,2 millones provinieron de América Latina, equivalente al 2,2%, siendo Brasil el primer exportador a Italia.

Además, en los últimos años se destaca un continuo cambio en el porcentaje de participación de las importaciones de muchos países a Italia. Es decir, los países que exportan pellet a Italia no han consolidado su posición y aún hay espacio y oportunidades para nuevos oferentes.

El tema de la sustentabilidad del recurso y su impacto ambiental en relación al precio de los distintos tipos de energías y combustibles, son temas en los cuales el Gobierno Italiano interviene dando incentivos para la adquisición de equipos con bajo impacto ambiental, mayor eficiencia calórica y menores emisiones y desechos.

El estudio concluye que el mercado de Italia es dinámico, el consumo final varía significativamente con el mayor o menor rigor de los inviernos y los fabricantes chilenos deberían enfocarse en producir un producto de calidad y certificado, ya que los consumidores valoran más que un pellet tenga un certificado de calidad, en lugar de un precio bajo.

Plantas de Pellet. Preocupaciones de la Industria

En el escenario actual de producción de pellet, las empresas productoras manifiestan diversas preocupaciones respecto de aspectos que pueden o podrían afectar la producción de este biocombustible, entre las cuales se puede mencionar:

- Las empresas productoras extreman su preocupación al seleccionar la calidad de biomasa que utilizan para producir pellet de calidad.
- El usar biomasa con contaminantes y mucha humedad genera serios problemas en la fabricación y daños a los equipos peletizadores.
- Reconocen que una calidad de biomasa inadecuada (sucia, con contaminantes, húmeda) afecta la calidad del pellet y con ello el éxito de su producto.
- Un mal uso del pellet por los usuarios finales puede producir o generar una mayor cantidad de ceniza en la estufa (lo que implica mayor frecuencia de limpieza), debido a problemas de almacenamiento del pellet o manipulación de las estufas de los usuarios.
- Es importante educar al consumidor y que las empresas de estufas o calderas también participen de este proceso en el tema de uso de los artefactos.
- Nuevas normas y reglamentaciones pueden afectar los procesos productivos, por lo que se requiere una comunicación permanente entre los distintos actores.
- Escenarios tarifarios de la energía requerida para el proceso productivo pueden afectar o limitar la generación del producto.

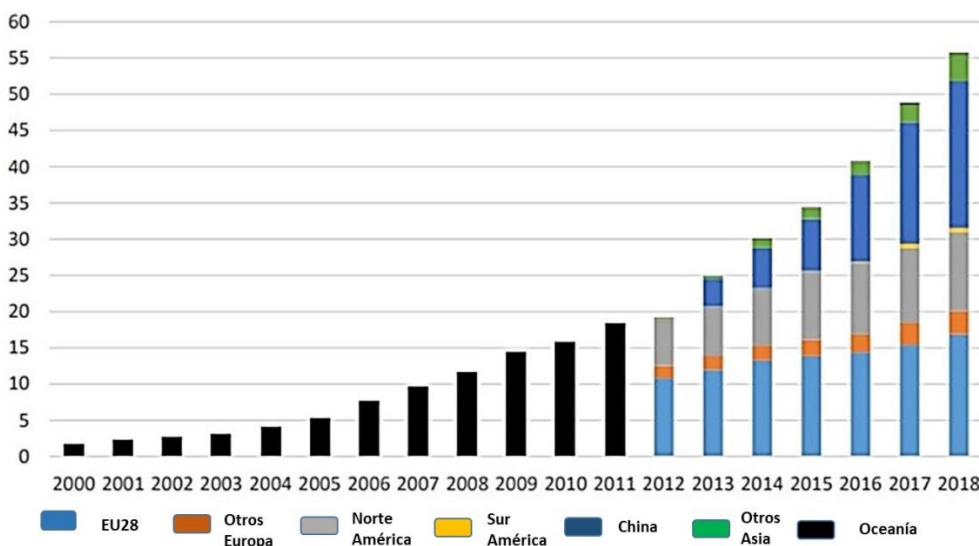
- Reconocimiento a los efectos positivos que este sector genera, tanto en temas de generación de energía, número de empleos, medioambiente y uso de subproductos.

MERCADO MUNDIAL DEL PELLETT

Respecto del mercado internacional de pellet, se puede asegurar que ha experimentado un aumento significativo en los últimos años. Existen registros que indican que desde el año 2000 hasta el año 2018, la producción de pellet ha mostrado un fuerte incremento, que va desde 1,7 hasta 55 millones de toneladas.

Lo anterior se confirma a través de los antecedentes del *Statistical Report 2019 Report Pellet (Bioenergy Europe, 2019)*, que indican que la producción crece continuamente, un 14% entre 2017 y 2019, con una rápida expansión en Asia. El volumen de producción de pellet alcanzó a cerca de 55 millones de toneladas.

En la Figura N° 12 se presenta la evolución de la producción de pellet a escala mundial, la cual está liderada por la Unión Europea, que tiene aproximadamente el 50% de la producción.

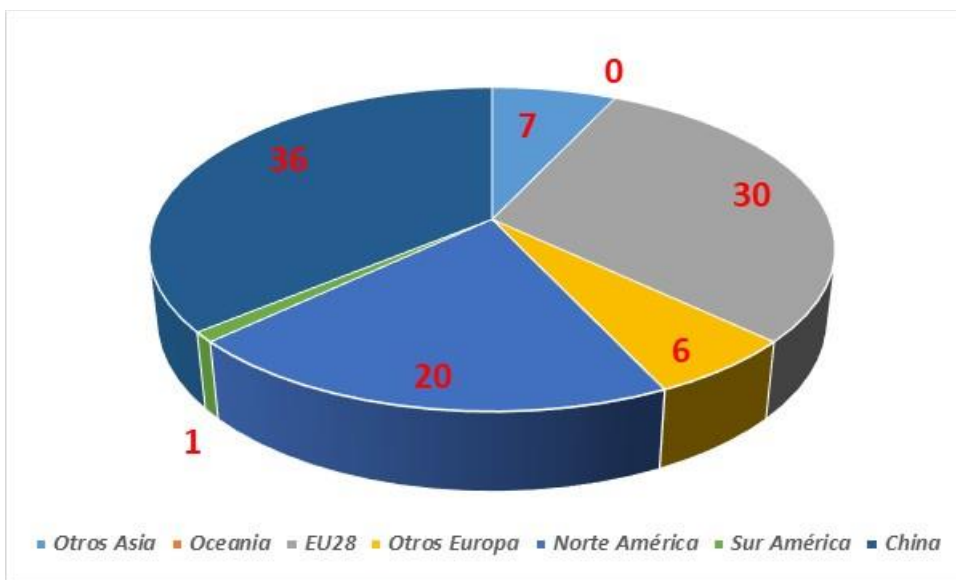


(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 12
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PELLETT A NIVEL MUNDIAL
(Millones t)

Se observa que la producción crece continuamente, Asia se está expandiendo rápidamente. Junto con China, el volumen de producción de pellet aumentó un 54% en 2018, participando Vietnam, Malasia y Tailandia.

La distribución porcentual de la producción mundial de pellet en 2018 se presenta en la Figura N° 13.



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 13
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PELLETT EN 2018
(%)

En España se ha producido un gran aumento en los últimos 10 años en el uso del pellet, ganando terreno a los combustibles fósiles, solo unos pocos especialistas en biomasa conocían el término pellet.

Las nueve fábricas que integraban AproPellets en España el año 2008 abastecieron el mercado del pellet con 44.000 t, la décima parte de lo que se consumió en 2017.

Las 80 plantas que operan en la actualidad podrían producir cerca de 2 millones de toneladas de Pellet¹⁷.

El reporte de Bioenergy Europe (2019) menciona que la producción dentro de los países de la UE28, ha sido constante, pero no excepcional. En términos absolutos, la UE28 registró el segundo aumento más significativo en la producción (o el más significativo, excluyendo China).

¹⁷ <https://bioenergyinternational.es/el-gran-salto-del-Pellet-10-anos-ganando-terreno-a-los-combustibles-fosiles/>

Junto con la UE28 se debe mencionar a Rusia, que registró un aumento del 12%, con un potencial significativo para un crecimiento de dichos volúmenes de producción en los próximos años.

Cuadro N° 13
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PELLET EN EL MUNDO POR REGIONES
(t)

Regiones	2014	2015	2016	2017	2018	Crecimiento 2018-2017
EU28	13.287.316	13.855.927	14.383.274	15.401.127	16.879.382	9,6%
Otros Europa	1.934.366	2.234.124	2.439.352	3.005.933	3.222.889	7,2%
Norte América	7.978.000	9.450.000	9.900.000	10.400.000	10.900.000	4,8%
Sur América	49.390	75.000	135.350	548.618	548.412	0,0%
China	5.520.000	7.200.000	12.000.000	16.800.000	20.250.000	20,5%
Otros Asia	1.215.844	1.419.533	1.735.761	2.401.763	3.697.257	53,9%
Oceanía	105.000	153.000	160.000	250.000	205.000	-18,0%
Total	30.089.916	34.387.584	40.753.737	48.807.441	55.702.940	14,1%

(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

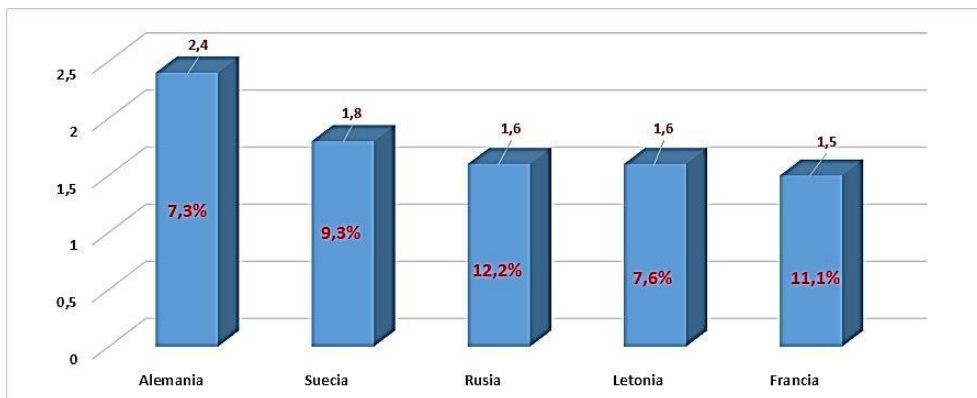
China, Europa y Norte América son los principales productores de pellets a nivel mundial. Europa no alcanza a cubrir su demanda interna, esta supera en 6,1 millones de toneladas a su producción durante el año 2013.

Cuadro N° 14
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PELLET EN 2017 Y 2018

Regiones	2017			2018		
	Número de plantas en operación	Capacidad de producción (t)	Producción anual (t)	Número de plantas en operación	Capacidad de producción (t)	Producción anual (t)
EU28	707	22.860.771	15.401.127	719	23.352.903	16.879.382
Otros Europa	538	3.555.000	3.005.933	547	3.578.000	3.222.889
Total Europa	1.245	26.415.771	18.407.060	1.266	26.930.903	20.102.271
Norte América	185	15.638.864	10.400.000	126	16.163.034	10.900.000
Sur América	33	959.200	548.618	39	1.348.600	549.412
China	2.089	31.343.283	16.800.000	2.240	34.502.394	20.250.000
Otros Asia	196	2.037.000	2.401.763	--	--	3.697.257
Oceanía	12	570.000	250.000	13	555.000	205.000
Total	3.760	76.394.118	48.807.441	3.684	79.499.931	55.703.940

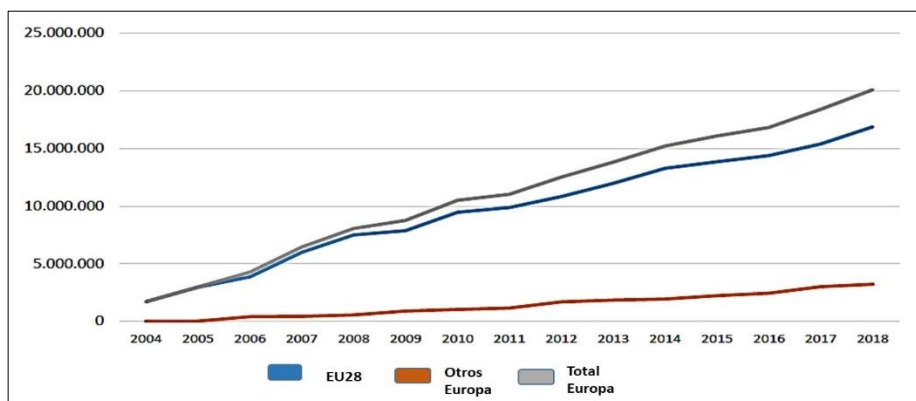
(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

El último informe estadístico de Bioenergy Europe sobre el pellet señala que la UE necesita descarbonizar su matriz para cumplir con sus objetivos climáticos a largo plazo. En este sentido se agrega que su producción de pellet como energético no depende de factores del clima, como la energía generada a través del viento y sol, y es clave para atender las distintas necesidades energéticas de Europa, contribuyendo decisivamente a su transición energética.



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 14
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE PELLETT EN EUROPA (mill t) Y CRECIMIENTO ANUAL 2017-2018 (%)



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 15
EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN DE PELLETT EN EUROPA POR REGIÓN (t)

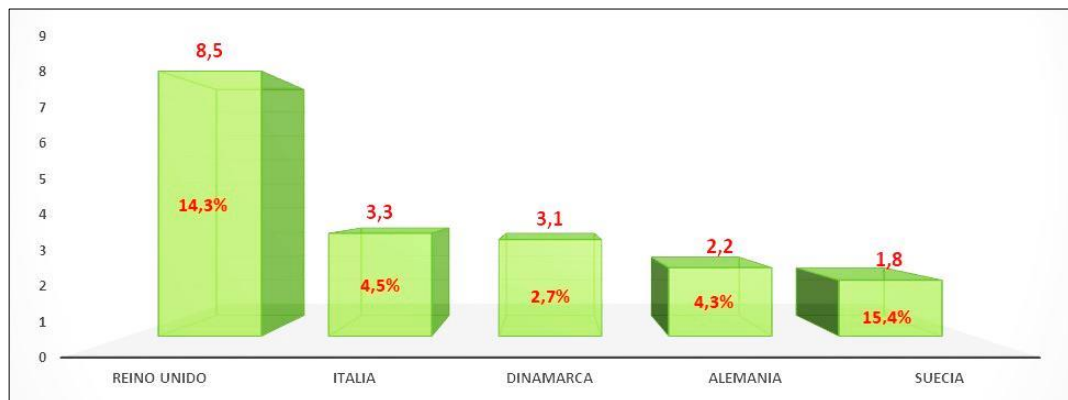
El mismo reporte señala que la UE28 produjo en 2018 cerca de 17 millones de toneladas de pellet, un 10% más que en 2017, en fábricas extendidas por toda Europa. Este

aumento coincide con la construcción de nuevas plantas, lo que ha conllevado a un aumento en la creación de empleo y valor local en el sector.

La mayor parte de las fábricas de pellet en Europa, se sitúa en áreas rurales y utiliza subproductos del procesamiento industrial de la madera. De esta forma, se promueve el desarrollo rural y se colabora en la prevención de incendios forestales y enfermedades en estas áreas.

El reporte menciona que la elevada eficiencia y sus bajas emisiones, hacen del pellet un combustible renovable cargado de múltiples beneficios y que demuestra ser un efectivo agente en la transición hacia una Europa más limpia. Ello se ha traducido en un aumento de la demanda global y su popularidad, tanto en los mercados de calefacción industrial como doméstica, y no solo en Europa, sino a escala mundial. Esta demanda constante ha permitido a la UE28 mantenerse como líder del sector en la escena global, agregando que el mercado asiático crece cada vez con más fuerza.

El consumo de pellet en la Unión Europea se presenta en la Figura N° 16.



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019¹⁸)

Figura N° 16
PINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE PELLE EN EUROPA (mill t) Y SU CRECIMIENTO 2017-2018 (%)

El reporte destaca que, a diferencia de otras tecnologías renovables, el pellet es una forma segura de garantizar el suministro de energía, dado que son capaces de producir energía sean cuales sean las condiciones externas y actuando como almacenamiento de energía, por lo que se posiciona como un complemento perfecto para la energía eólica o solar al proporcionar un medio constante y gestionable de energía sostenible.

Una de las conclusiones de este reporte indica que desarrollar el pellet, tanto para el mercado industrial como el doméstico, es una importante herramienta para mitigar los efectos negativos del cambio climático, aportando a descarbonizar el sector europeo de la calefacción y

¹⁸ <https://bioenergyinternational.es/el-versatil-Pellet-combustible-clave-para-descarbonizar-la-ue/>

la refrigeración. Un aspecto a destacar es que se mencionan iniciativas para introducir incentivos y subsidios para reemplazar los combustibles fósiles, como el gas o petróleo de calefacción, por pellet, lo que permitiría avanzar en el cumplimiento de los objetivos climáticos de la UE a largo plazo.

Además, el Reporte 2018 del Pellet en Europa señala que la demanda global de pellet registró un crecimiento sostenido, tanto para los mercados industriales como de calefacción en 2018 y de manera similar en el principio de 2019. El documento indica también que el sector europeo de la calefacción también está creciendo, pero muestra una imagen bastante diferente de un país a otro.

Francia, por su parte, presenta ventas récord de estufas, por sobre Italia. El caso de Francia refuerza el hecho que con las condiciones de mercado adecuadas (permitidas en parte por un proyecto político) naturalmente permitirá que se reconozcan los pellets por lo que son, una solución cómoda, creíble, sostenible y rentable.

Consumo Mundial de Pellet en 2018 por Tipo de Uso Final

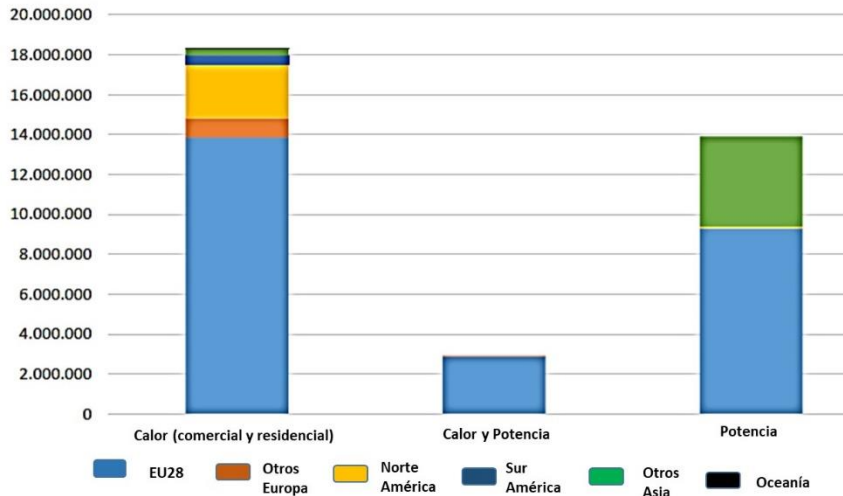
A nivel mundial, Bioenergy Europe (2019) menciona que el consumo de pellet industrial ha aumentado en casi 3 millones de toneladas, mientras que en el consumo residencial y comercial este aumento ha sido de 1.349.039 t (China no incluida). Además de en China, el crecimiento más significativo se produjo en el este de Asia, más específicamente en Corea del Sur y Japón. En efecto, esos países mostraron respectivamente un aumento del 39% y 86%, tomado del consumo industrial.

El consumo de pellet de madera puede descomponerse en dos principales usos, en primera instancia con propósitos eléctricos y segunda para calefacción. Este último llegó a duplicar el consumo de pellet, el cual es utilizado tanto para uso domiciliario como a nivel institucional.

La UE28 sigue siendo el mayor consumidor del mundo. El consumo de la EU28 ha crecido alrededor de 2 millones toneladas en 2018 con el uso industrial de pellet liderado por el Reino Unido, alcanzando durante el 2018 alrededor de 8,5 millones de toneladas, donde una parte significativa de este crecimiento se atribuye a la conversión de la cuarta unidad de Drax¹⁹ y plantas de energía adicionales convertidas y puestas en línea para biomasa.

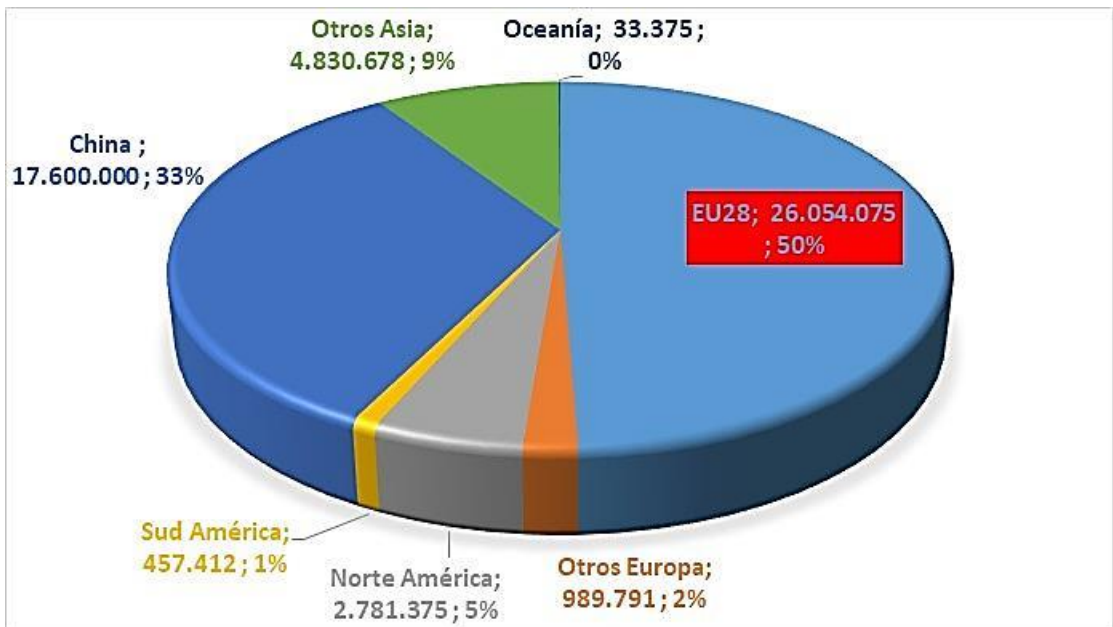
El uso residencial y comercial de pellet está liderado por Dinamarca, país con la tasa más alta de consumo de pellet por habitante para el sector residencial, principalmente a través de calefacción distrital. En las siguientes figuras se presenta el consumo mundial de pellet en 2018 por región y tipo de uso final, la distribución del consumo mundial de pellets en 2018 y el consumo mundial de pellet en 2018 por tipo de uso (industrial o residencial).

¹⁹ Proyecto de descarbonización que considera la conversión de seis unidades de la central térmica de 3.900 megavatios, que otrora funcionara con carbón, a biomasa (cuatro unidades) y gas (dos unidades).



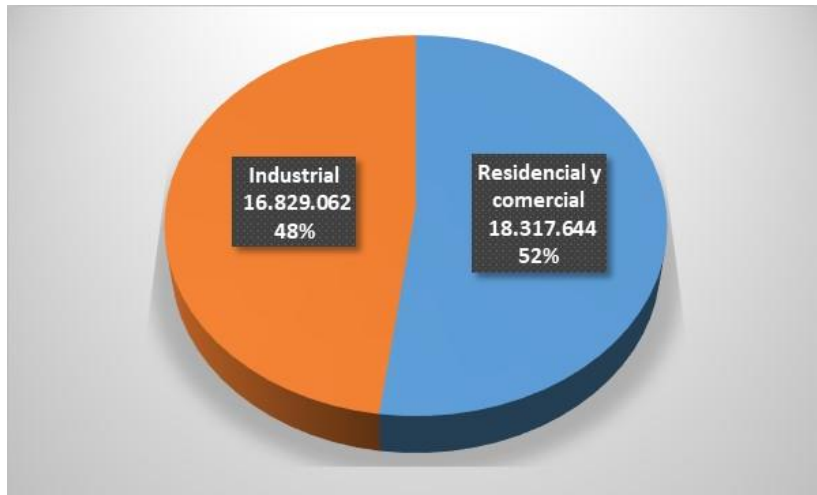
(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 17
CONSUMO MUNDIAL DE PELLETS EN 2018 POR REGIÓN Y TIPO DE USO FINAL
 (t)



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

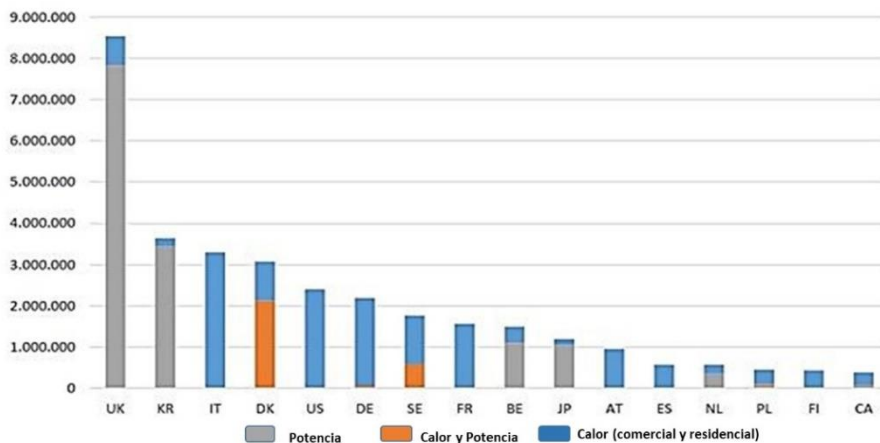
Figura N° 18
DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO MUNDIAL DE PELLET EN 2018
 (t)



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N°19
CONSUMO MUNDIAL DE PELLETS POR TIPO DE USO FINAL EN 2018
 (t)

En la Figura N° 20 es posible observar los principales países consumidores de pellet, según uso final, ya sea para producción de energía, sistemas combinados de calefacción y suministro eléctrico (CHP) o calefacción. Se destacan los valores de consumo del Reino Unido, Corea e Italia, en donde en este último país se destaca su uso en calefacción para uso comercial y residencial. Es también interesante el caso de Dinamarca, país que utiliza el pellet fundamentalmente para sistemas combinados de calefacción y suministro eléctrico (CHP).



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 20
PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE PELLETS POR USO FINAL EN 2018
 (t)

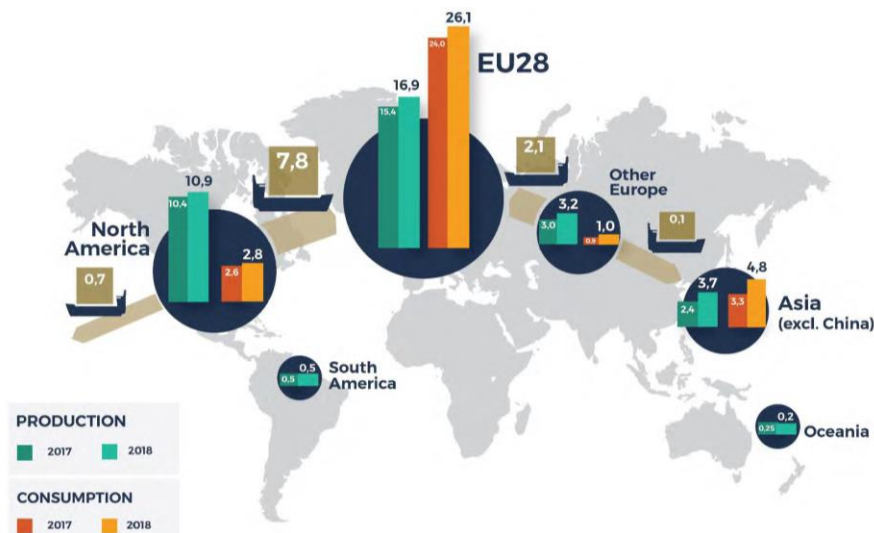
Comercialización Mundial de Pellet

Según el reporte de Bioenergy Europe (2019) dos regiones son importadoras netas de pellet en el mundo; la UE28 y Asia, con una hegemonía de la UE28 sobre el consumo. Asia por su parte está creciendo rápidamente y se está convirtiendo junto con Europa en el mayor promotor del desarrollo del mercado de pellet a nivel mundial.

Dado que las importaciones de pellet de la UE se obtienen principalmente de EEUU y Canadá, así como de países europeos limítrofes (principalmente Rusia), la demanda ha sido impulsada, en gran medida, por el consumo industrial en el Reino Unido, Dinamarca y Bélgica

Corea del Sur y Japón están importando casi exclusivamente su Pellet, mientras que Corea del Sur se abastece principalmente del pellet de Vietnam (2,2 millones de toneladas) y Malasia (alrededor de 0,6 millones de toneladas), Japón, con requisitos más estrictos en términos de sostenibilidad, calidad y fiabilidad de suministro, obtiene su pellet principalmente de Canadá (0,67 millones de toneladas).

Canadá, EE. UU. y Rusia, no muestran signos de fortalecer su consumo interno, aunque algunos de estos países están generando iniciativas para aumentar la demanda local. Por lo tanto, en el futuro, es probable que estos países sigan siendo netos exportadores. En la Figura N° 21 se presenta el mapa mundial de pellet y el flujo comercial en 2018.



(Fuente: Bioenergy Europe, 2019)

Figura N° 21
MAPA MUNDIAL DE PELLETT Y FLUJO COMERCIAL EN 2018
(Millones t)

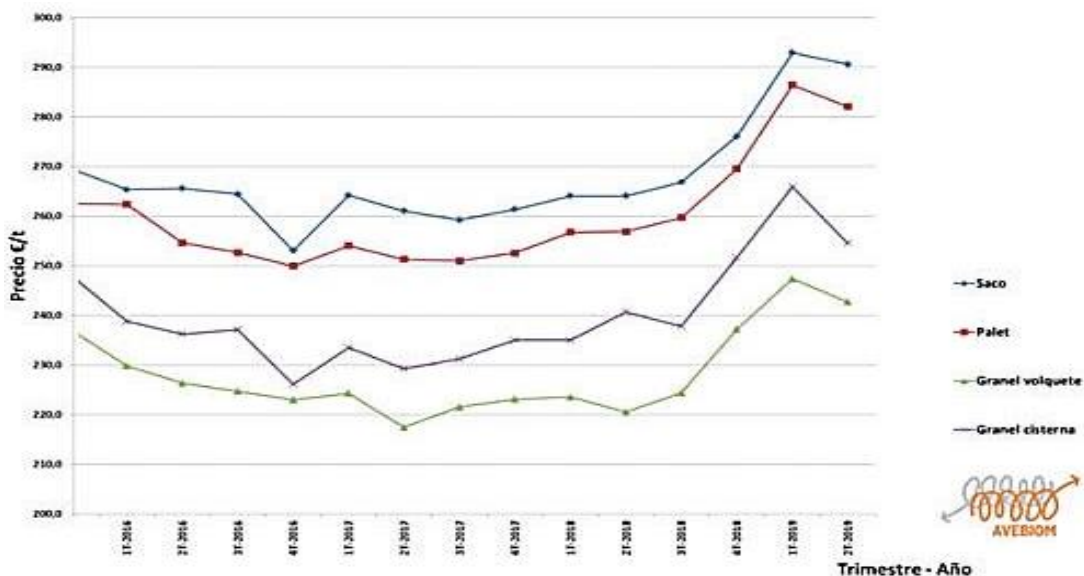
Precio de Venta Internacional del Pellet

En el mercado internacional, específicamente en el mercado europeo, los valores varían desde los 0,15 €/kg en formato de venta a granel, lo cual corresponde aproximadamente

a 117 pesos chilenos por kilogramo. Hasta los 202 pesos chilenos (€0,26) por kilo en formato de bolsas pequeñas. Dichos precios son del mismo orden de magnitud que los precios manejados en Chile, los cuales tienen un valor cercano a los CL\$200 en su formato de venta de bolsas pequeñas.

Específicamente en España, el precio del pellet por tonelada se sitúa entre los €282,11/t y 5,92 €/kWh²⁰, al comprar un palet entero de sacos de pellet. A granel el precio es de 242,72 €/t y 5,09 €/kWh, y al considerar el uso de cisternas, los valores son de 254,60 €/t y 5,34 €/kWh El precio medio de una bolsa de pellet (15 kg) comprado suelto es de 4,36 €/saco y 6,10 €/kWh²¹.

La Asociación de Valorización Española de la Biomasa (AVEBIOM) realiza en forma trimestral estudios de precios, indicando una evolución o aumento desde el primer trimestre de 2012 y cómo ha evolucionado el precio del pellet en sus distintos formatos de venta desde 2016. En 2019 parece romperse la tendencia alcista y bajan los precios del pellet por primera vez en meses, aunque de forma muy moderada. La mayor baja la experimenta el precio a granel cisterna que baja un 4%.



(Fuente: <http://www.avebiom.org/es/ind-precios-biomasa>)

Figura N° 22
EVOLUCIÓN PRECIO MEDIO DEL PELLETT DOMÉSTICO ENDISTINTOS FORMATOS
(1° trimestre 2012 – 2° trimestre 2019)

²⁰ €: Comunidad Europea y los productos que lo llevan es porque reúnen los requisitos para su comercialización dentro del mercado común europeo. Hasta hace unos años aparecía el símbolo CEE, y ahora solo el CE.

²¹ El kilovatio hora es una unidad energética igual a 3,6 MJ.

RELACIÓN ENTRE EL PELLET Y ESTUFAS

Como se mencionó anteriormente, a través del programa de recambio de calefactores del Ministerio de Medio Ambiente se ha realizado una inversión en calefactores de pellet para apoyar la implementación de los Programas de Descontaminación ambiental (PDA). Este programa ha representado el principal motor de crecimiento del consumo y producción de pellet en Chile. Los productores están muy atentos a su desarrollo, a cómo se ha ido implementando en diversas regiones y al aumento de la demanda por pellet que este genera.

Este aumento en el consumo de pellet también se explica por los cambios de conducta de los usuarios, que se están enfocando en usar combustibles menos contaminantes y de manipulación sencilla, intentando, además ser parte de los procesos de descarbonización de la matriz energética y de mitigación de los efectos negativos del cambio climático.

Al respecto, según los últimos datos publicados sobre un análisis de Agencia Francesa de Medioambiente y Energía²², al cambiar en una vivienda una estufa de leña por una de pellet o una moderna de leña se consiguen mejoras considerables en el rendimiento y se disminuyen las emisiones de monóxido de carbono y de material particulado. Económicamente, la mejora de rendimiento provocada por el cambio, aporta un ahorro significativo al reducir considerablemente la compra de pellet o leña para obtener la misma cantidad de calor.

En el mismo uso por parte de los propietarios de la vivienda, los datos medios del estudio indican que el cambio de un equipo de 27 años de antigüedad por una estufa nueva de pellet mejora el rendimiento en un 34% y reduce las emisiones de CO₂ un 88%.

Resulta de interés entonces conocer las importaciones de estufas a pellet de los años 2017 y 2018, información que se presenta en el Cuadro N° 15.

Cuadro N° 15
IMPORTACIONES CHILENAS DE ESTUFAS A PELLET DE USO DOMÉSTICO DE HIERRO O ACERO

Países Proveedores	2017		2017 ene - oct		2018 ene - oct	
	Unidad	(US\$)	Unidad	(US\$)	Unidad	(US\$)
Italia	7.051,0	4.448.221,9	6.281,0	3.968.150,2	6.866,0	4.650.710,2
China	2.600,0	796.689,7	2.518,0	770.056,5	7.281,0	2.629.725,0
España	699,0	473.753,9	531,0	355.447,7	942,0	704.840,6
Japón	10,0	11.032,3	10,0	11.032,3		
*	1,0	793,6	1,0	793,6		
Portugal	1,0	320,5	1,0	320,5		
Austria					1,0	1.134,5
Corea del Sur					14,0	31.482,5
Estados Unidos					1,0	4.010,1
Serbia					61,0	113.314,1
Total	10.362,0	5.730.811,9	9.342,0	5.105.800,8	15.166,0	8.135.217,0

(Fuente: Dirección Nacional de Aduanas, 2019)

²² www.ademe.fr

Debido a que el pellet a través del tiempo se ha hecho más popular entre la población chilena, las importaciones de estufas a pellet han estado en aumento en los últimos años. Se aprecia un aumento del 62,3% en las importaciones de enero a octubre del año 2018, con respecto a esta misma fecha en el año 2017. Cabe destacar además, que a octubre del año 2018 las estufas a pellet importadas superan en un 46,4% al total importado en el año 2017, llegando a casi 15 mil unidades.

En cuanto a las preferencias de las importaciones, hasta octubre del 2018 el origen de las estufas importadas es principalmente China, que representa un 48% del total, seguida de Italia con un 45,3% (Dirección Nacional de Aduanas, 2019).

Programa de Recambio de Calefactores

Desde la región de O'Higgins hasta la de Aysén el principal contaminante del aire a nivel domiciliario es la quema ineficiente de leña húmeda. Como consecuencia de ello, existen 11 zonas geográficas en diferentes etapas de declaración de Zonas Saturadas por Material Particulado (MP). Como se ha mencionado anteriormente, entre las medidas adoptadas por Ministerio del Medio Ambiente se encuentra el apoyo al recambio de calefactores. Entre los nuevos equipos que se instalan han tenido un rol muy importante los calefactores a pellets.

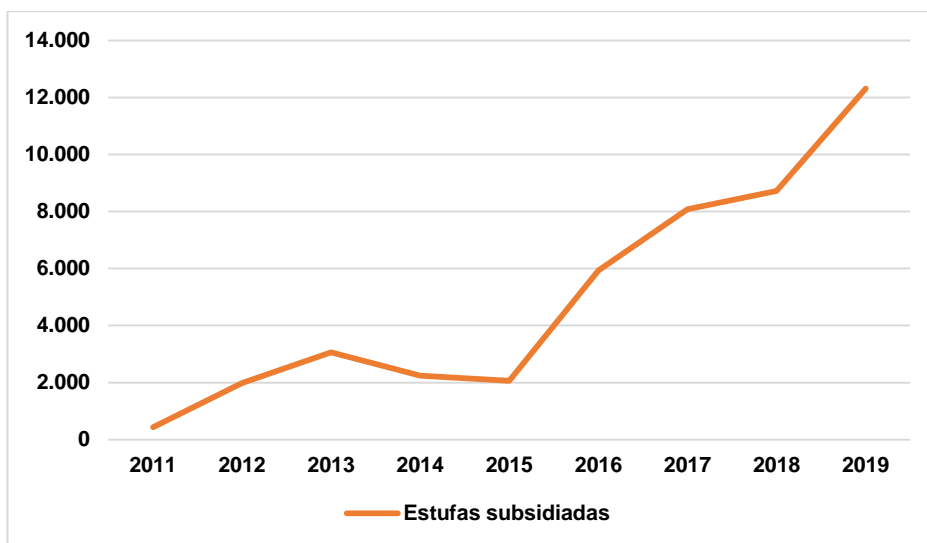
Gracias a este programa se ha producido un aumento de la demanda de pellet, por sobre las otras opciones de recambio que considera dicho programa, como son artefactos a parafina o eléctricas, principalmente.

Un resumen del Programa de Recambio de Calefactores del Ministerio de Medio Ambiente (Centro de Sistemas Públicos CSP, 2019) se presenta en el Cuadro N° 16 y Figura N° 23.

**Cuadro N° 16
PROGRAMA RECAMBIO DE CALEFACTORES POR REGIÓN
PERÍODO 2011-2019**

Región	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	(Unidades)								
O'Higgins	0	0	504	0	0	1.063	213	296	1.921
Maule	0	0	19	464	356	350	2.787	2.959	2.907
Ñuble	0	390	0	0	0	218	499	640	1.002
Bio Bio	0	0	0	362	46	0	199	239	241
Araucanía	138	519	846	905	1.305	1.686	1.538	2.013	2.074
Los Ríos	0	365	0	108	287	47	265	248	869
Los Lagos	0	378	0	0	0	1.085	886	931	1.543
Aysén	300	330	1690	406	68	1.483	1.690	1.396	1.750
Total	438	1.982	3.059	2.245	2.062	5.932	8.077	8.722	12.307

(Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2019)



(Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2019)

Figura N° 23
EQUIPOS ENTREGADOS ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2019

Es importante analizar cómo se ha comportado el recambio de calefactores a través de los años, debido a que se puede tener información como se ha comportado la oferta de calefactores que ha sido financiada por el Estado. Para esto, se generó un cuadro que presenta la cantidad de estufas subsidiadas desde el año 2011 hasta el año 2019, información obtenida del documento “Evaluación del Programa de Recambio de Calefactores a Leña del Ministerio de Medio Ambiente” realizado por CSP (2019) de la Universidad de Chile y el sitio web del Ministerio de Medio Ambiente del recambio de calefactores.

Se observa que las estufas entregadas por el Gobierno van en aumento, fruto del interés del Ministerio de Medio Ambiente por disminuir las emisiones de material particulado en las comunas con mayor índice de contaminación ambiental.

Este proceso se acrecentó a partir del año 2016, año en que se aprecia un aumento de equipos ofrecidos en cada región, salvo la región de O’Higgins, que en 2017 y 2018 disminuyó considerablemente la cantidad subsidiada, recuperándose el año 2019. Como antecedente de este programa y de los cambios acontecidos, el año 2016 hubo un mayor subsidio de equipos a parafina, los cuales se concentraron en 3 zonas específicas (O’Higgins, Temuco y Coyhaique), las cuales representaron un 82% del total de artefactos con dicho combustible en aquel período. Fuera de lo anterior, la participación de los pellets hasta el año 2018 fluctuó entre un 75% y un 81% de este segmento.

Además, el programa impulsado por el Ministerio considera en los siguientes años un aumento en la cantidad de equipos a subsidiar a lo largo del país, hay intenciones de implementar el programa de recambio de estufas en el Gran Concepción en la región del Bio Bio y existe también un interés por su implementación en Santiago. Para este período el

recambio existente en cada región y zona saturada se detalla en el Cuadro N° 17 y Figura N° 24.

**Cuadro N° 17
EVOLUCIÓN PROGRAMA RECAMBIO SEGÚN AÑO Y REGIÓN**

Tipo de Artefacto	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	(%)
Región de O'Higgins									
Gas						162	19	181	10
Leña			504					504	28
Parafina						381	120	501	28
Pellet						520	110	630	35
Subtotal			504			1.063	249	1.816	
% Pellet			0			49	44	35	
Región del Maule									
Curicó									
Gas									
Leña				453				453	30
Parafina							283	283	19
Pellet							760	760	51
Subtotal				453			1.043	1.496	
% Pellet				0			73	51	
Talca/Maule									
Gas									
Leña									
Parafina					111	100	255	466	22,0
Pellet				30	245	250	1.149	1.674	78,0
Subtotal					356	350	1.404	2.140	
% Pellet				100	69	71	82	78	
Linares									
Gas									
Leña									
Parafina							124	124	27,0
Pellet							343	343	73,0
Subtotal							467	467	
% Pellet							73,0	73,0	
Total Región				483	356	350	2.914	4.103	
% Pellet				6,0	69	71	77	68	
Región del Bio Bio (incluye actual Región de Ñuble)									
Chillan Viejo									
Gas						26	35	61	5
Leña		392						392	30
Parafina						52	60	112	9
Pellet						140	587	727	56
Subtotal		392				218	682	1.292	
% Pellet		0				64	86	56	
Los Ángeles									
Gas									
Leña				337	70			407	67
Parafina									
Pellet							200	200	33
Subtotal				337	70		200	607	
% Pellet				0	0		100	33	
Total Región		392		337	70	218	882	1.899	
% Pellet		0		0	0	64	89	49	

Tipo de Artefacto	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	(%)
Región de La Araucanía (Temuco y Padre Las Casas)									
Gas									
Leña		519	425	588	731	650	429	3.342	47
Parafina					82	417	204	703	10
Pellet			421	317	492	619	1.237	3.086	43
Subtotal		519	846	905	1.305	1.686	1.870	7.131	
% Pellet		0	50	35	38	37	66	43	
Región de Los Ríos (Valdivia)									
Gas									
Leña		365		108	287			760	71
Parafina						47	70	117	11
Pellet							195	195	18
Subtotal		365		108	287	47	265	1.072	
% Pellet		0		0	0	0	74	18	
Región de Los Lagos (Osorno)									
Gas									
Leña		378				734	422	1.534	68
Parafina						71	105	176	8
Pellet						280	257	537	24
Subtotal		378				1.085	784	2.247	
% Pellet		0				26	33	24	
Región de Aysén (Coyhaique)									
Gas		440					20	460	8
Leña	300		1.580	114	68	948		3.010	54
Parafina				122		440	563	1.125	20
Pellet				170		95	717	982	18
Subtotal	300	440	1.580	406	68	1.483	1.300	5.577	
% Pellet	0	0	0	42	0	6	55	18	

(Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2017)

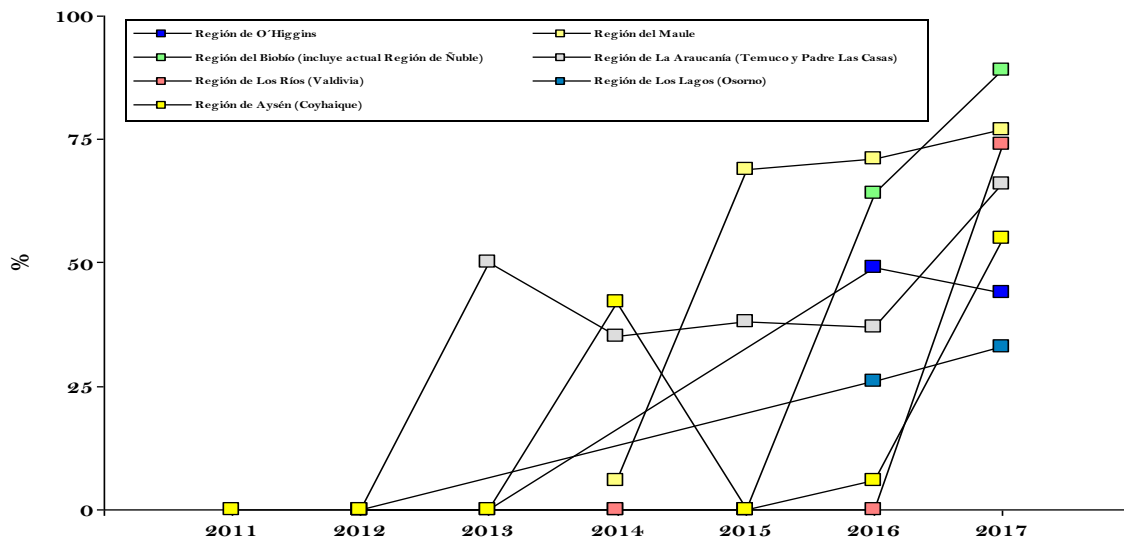


Figura N° 24
INCREMENTO USO DEL PELLETT POR PROGRAMA DE RECAMBIO DE ARTEFACTOS 2011-2017

Se observa que entre los años 2011 y 2017 la zona que ha recibido más estufas de pellet por el programa de recambio fue Temuco y Padre Las Casas, esto debido a los altos índices de contaminación emitidos por un mal uso de la leña durante este periodo y periodos anteriores. En el 2017, la región con mayor entrega de estufas de pellets fue Maule.

Posteriormente, durante el año 2018, el Ministerio de Medio Ambiente subsidió un total de 8.722 equipos de calefacción en los distintos programas de recambios de artefactos de combustión, los cuales incluyen equipos a pellets, leña, parafina y gas. Finalmente, el año 2019, este monto aumentó en un 41,1% con respecto al año 2018, en donde se subsidiaron 12.307 estufas agregando dos nuevos tipos de calefactores; calefactores fotovoltaicos y aire acondicionado. Estos equipos fueron entregados a las diferentes comunas que están entre las regiones de O'Higgins y Aysén.

En el Cuadro N° 18 se puede observar en detalle los equipos subsidiados durante los años 2018 y 2019 en las diferentes líneas que propone el Ministerio de Medio Ambiente a nivel regional.

**Cuadro N° 18
NÚMERO DE EQUIPOS SUBSIDIADOS DURANTE EL AÑO 2019**

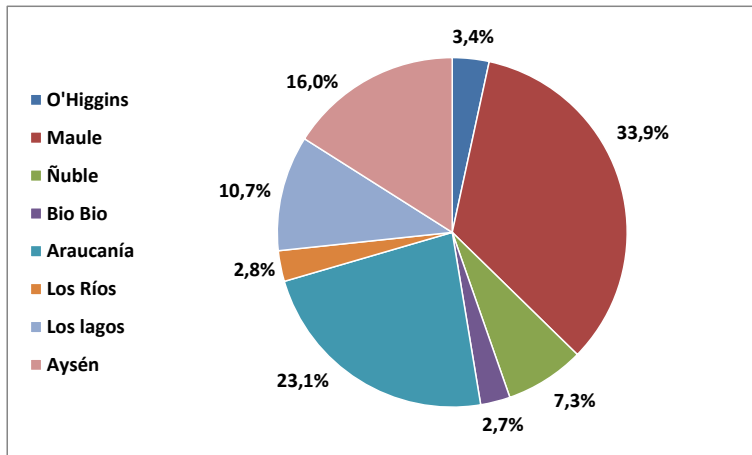
Región	Pellets		Parafina		Gas		Kerosene		Leña		Aire Acondicionad		Fotovoltaico		Total		Variación
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	
	(N°)																
O'Higgins	222	1.395	74	418				108							296	1.921	548,99
Maule	2.467	2.408					492	499							2.959	2.907	-1,76
Ñuble	539	911			39	21	62	38				32			640	1.002	56,56
Bio Bio	239	225											16	239	241	0,84	
La Araucanía	1.481	1.785			15		191	289	326						2.013	2.074	3,03
Los Ríos	222	787					26	82							248	869	250,40
Los Lagos	845	1.531					86	12							931	1.543	65,74
Aysén	839	1.363	557	15				372							1.396	1.750	25,36
Total	6.854	10.405	631	433	54	21	857	1.400	326	0	0	32	0	16	8.722	12.307	41,10

(Fuente. Ministerio de Medio Ambiente, 2019²³)

Durante el 2019 se aprecia un aumento de las estufas subsidiadas en todas las regiones, en comparación con el 2018, a excepción de la región del Maule, donde se entregó un 1,76% menos de estufas.

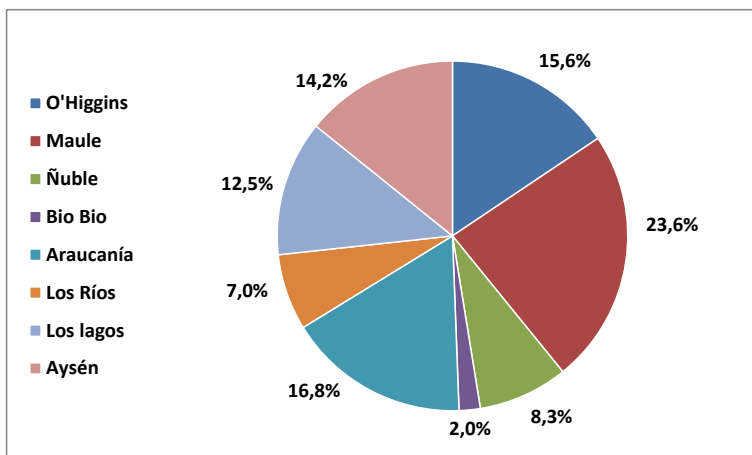
Las regiones que presentaron mayores aumentos de subsidios son la región de O'Higgins, que aumentó 6,5 veces la cantidad entregada del año 2018; y la región de Los Ríos, en la que se entregó 3,5 veces más estufas que el año 2018. A nivel país, el aumento corresponde a un 41,1%, correspondiente a 3.585 estufas extras en comparación con el año 2018. En las Figuras N° 25 y N° 26 se presenta la distribución de las estufas en los años 2018 y 2019.

²³ <https://calefactores.mma.gob.cl/>



(Fuente. <https://calefactores.mma.gob.cl/>)

Figura N° 25
DISTRIBUCIÓN DE ESTUFAS POR REGIÓN EN EL AÑO 2018

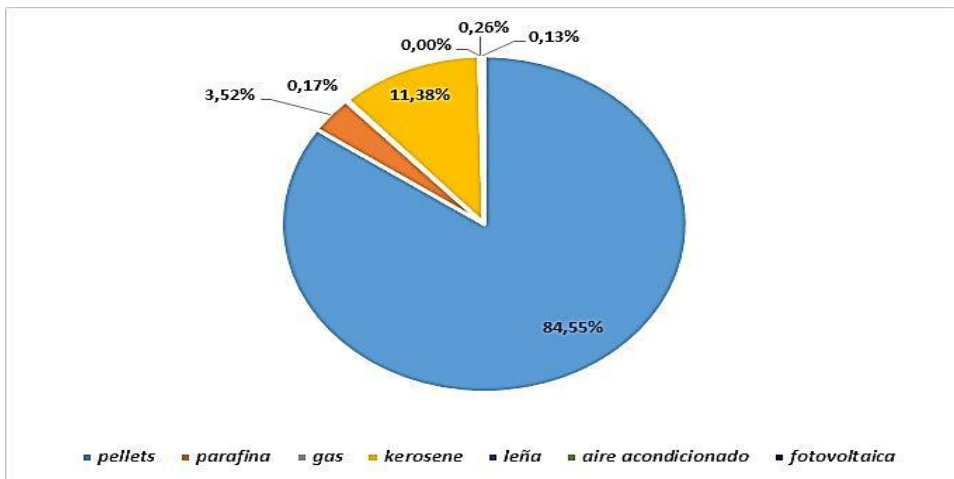


(Fuente. <https://calefactores.mma.gob.cl/>)

Figura N°26
DISTRIBUCIÓN DE ESTUFAS POR REGIÓN EN EL AÑO 2019

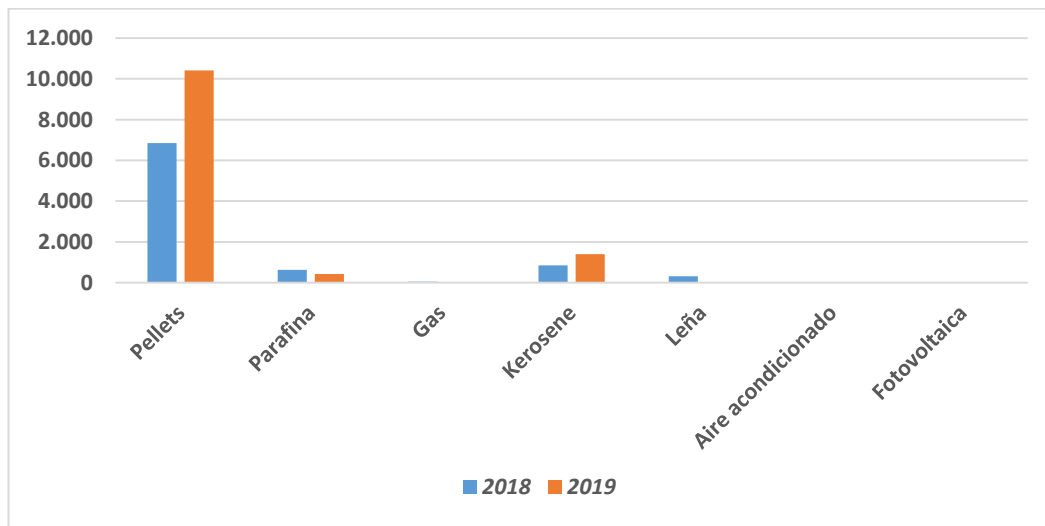
Al comparar las figuras del año 2018 y 2019, se aprecia que en este último año la distribución de los subsidios fue más parejo que en el 2018. La región del Maule fue la más beneficiada, con un 23,6% que equivale a 2.907 estufas en total, le sigue la región de la Araucanía con un 16,8% de los subsidios, 2.074 estufas entregadas. La región con menos subsidios fue la de Bio Bio, con solo un 2% del total subsidiado, lo que equivale a 241 estufas entregadas. En esta región durante el año 2019 se promulgó su Programa de Descontaminación Ambiental para aplicación durante el 2020.

Es interesante ver de qué manera se distribuyeron los tipos de estufas del programa de recambio del Ministerio, por lo que a continuación se presenta esta distribución a nivel país, y la cantidad de equipos entregados en los años 2018 y 2019, respectivamente (Figuras N° 27 y N° 28).



(Fuente. <https://calefactores.mma.gob.cl/>)

Figura N° 27
TIPOS DE EQUIPOS SUBSIDIADOS EN CHILE 2019



(Fuente. <https://calefactores.mma.gob.cl/>)

Figura N° 28
CANTIDAD DE ESTUFAS SUBSIDIADAS EN LOS AÑOS 2018 Y 2019

Es posible apreciar que durante el 2019 las estufas de pellet son las que en mayor cantidad han sido subsidiadas, con 10.405 estufas desde la región del O'Higgins hasta la de Aysén.

Los equipos a pellet subsidiados durante el año 2019 equivalen a un 85% del total de y en comparación con el año 2018, se repartieron 3.551 estufas más. Los equipos a kerosene son la segunda alternativa más recurrida, durante el mismo periodo con un 11,4% del total de equipos entregados.

De igual forma se observa que la región que mayor proporción de subsidios es la región del Maule, con 2.408 equipos a pellet, el 23,14% de los equipos a pellet y el 19,57% respecto a la totalidad de los equipos entregados.

La segunda región con el mayor número de subsidios de estufas a pellet fue la región de la Araucanía con 1.785 equipos, seguido de la región de Los Lagos a la que se le subsidiaron 1.531 estufas a pellet.

Nuevamente la región que menos estufas a pellet recibió fue la del Bio Bio, donde fueron subsidiados 225 equipos durante el año 2019, un 2,16% de los equipos a pellets entregados y un 1,83% del total de equipos entregados.

Esta última situación, de menor número de equipos entregados, puede tener su origen en la ausencia de Programas de Descontaminación Ambiental para el gran Concepción, iniciativa que se ha aprobado más recientemente.

Es posible señalar que el año 2018, las mismas regiones, Maule y La Araucanía, fueron las que recibieron un mayor número de estufas a pellet en el marco de este programa.

Ese mismo año también ocurrió que, de las estufas subsidiadas, las de pellet fueron las de mayor proporción, con un 78% del total de estufas subsidiadas, siguiendo a continuación los equipos a kerosene con un 10% del total de equipos entregados.

Es posible realizar este mismo análisis a nivel comunal, para esto en el Cuadro N° 19 se presenta la información de las estufas que se subsidiaron por comunas.

A nivel de comunas, se observa que Osorno fue la que recibió más estufas a pellets, con 1.531 equipos, lo que representa el 14,7% de los equipos a pellet subsidiados y el 12,4% respecto a la totalidad de los equipos entregados.

La segunda comuna con más estufas a pellet subsidiadas fue Coyhaique con 1.363 equipos, seguida de Temuco con 1.044 estufas de este tipo.

La comuna que menos estufas a pellet recibió fue Los Ángeles, donde se entregaron 225 equipos durante el año 2019; 2,2% de los equipos a pellet entregados y un 1,8% del total entregado.

Cuadro N° 19
EQUIPOS DE CALEFACCIÓN SUBSIDIADOS DURANTE EL AÑO 2019 POR REGIÓN Y COMUNA

Región	Comuna	Equipos							
		Pellet	Parafina	Gas	Kerosene	Leña	Aire Acondicionado	Fotovoltaico	Total
O'Higgins	17 comunas	1.395	418	0	108	0	0	0	1.921
Maule	Maule, Talca	1.082	0	0	240	0	0	0	1.322
	Linares	360	0	0	60	0	0	0	420
	Cauquenes	246	0	0	36	0	0	0	282
	Curicó	720	0	0	163	0	0	0	883
Ñuble	Chillán y Chillán Viejo	911	0	21	38	0	32	0	1.002
Bio Bio	Los Ángeles	225	0	0		0	0	16	241
Araucanía	Temuco	1.044	0	0	239	0	0	0	1.283
	Padre Las Casas	741	0	0	50	0	0	0	791
Los Ríos	Valdivia	787	0	0	82	0	0	0	869
Los Lagos	Osorno	1.531	0	0	12	0	0	0	1.543
Aysén	Coyhaique	1.363	15	0	372	0	0	0	1.750

(Fuente. Ministerio de Medio Ambiente, 2019. <https://calefactores.mma.gob.cl/>)

Instituciones Públicas y Municipalidades Participantes en el Subsidio de Recambio de Estufas

En año 2019, en el marco de este programa se realizó en diferentes comunas un llamado a las instituciones públicas y municipalidades, organizaciones sociales y establecimientos educativos, para optar a cambios de sus equipos por estufas a pellet.

Durante el año 2018, se realizó este mismo concurso en la ciudad de Valdivia, en donde participaron 9 empresas, siendo 4 instituciones las ganadoras del subsidio, cambiando 10 equipos de calefacción, por equipos a pellet.

En el año 2019, las regiones del Maule, Araucanía, Los Lagos y Aysén, se sumaron a esta iniciativa, en donde 93 instituciones se vieron beneficiadas, cambiando 262 equipos de calefacción, ampliándola en sus diferentes líneas.

En el Cuadro N° 20 se presenta el detalle de los equipos subsidiados.

Cuadro N° 20
INSTITUCIONES PÚBLICAS Y MUNICIPALES GANADORAS DEL SUBSIDIO DE RECAMBIO DE ESTUFAS

Región	Comuna	Equipos para Instituciones u Organizaciones				
		Número de Instituciones	Pellet	Kerosene	Parafina	Total
Maule	Maule	6	20	0	0	26
	Talca					
	Linares	9	39	0	0	48
	Total Maule	15	59	0	0	74
Araucanía	Temuco	34	60	0	0	94
	Padre las casa					
	Total Araucanía	34	60	0	0	94
Los Lagos	Osorno	11	0	11	0	22
	Total Los Lagos	11	0	11	0	22
Aysén	Coyhaique	0	0	0	39	39
	Total Aysén	33	0	0	39	72
Total		93	119	11	39	262

Esta información es de interés, ya que este tipo de instituciones pueden ser un factor para aumentar el consumo del pellet en el país derivado de las ventajas comparativas de este energético, o bien, por ser este tipo de instituciones parte de procesos o programas de fomento al recambio, transformándose así en importantes y permanentes demandantes de este tipo de biocombustibles a lo largo del país.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El mercado del pellet ha tenido un fuerte crecimiento tanto a nivel nacional como internacional, posicionándose como una alternativa de alto potencial dentro de las energías renovables no convencionales.

La producción de pellet en la actualidad presenta brechas tecnológicas asociadas a su producción y también brechas de mercado que han limitado el crecimiento.

El desarrollo del pellet en general tiene un gran potencial y atrae un interés creciente, pero se requieren medidas específicas y estrategias a largo plazo para superar las barreras actuales y garantizar su desarrollo sostenible.

Estas medidas van desde investigación y desarrollo para caracterizar la biomasa disponible o potencial para producir pellet, hasta certificar su calidad y contar con un centro acreditado que realice esta caracterización, tanto para el mercado nacional como el internacional.

Son necesarias también normativas actualizadas y conocidas por todos los actores.

Es indispensable saber dónde está el recurso materia prima, su calidad y su accesibilidad para la producción de este biocombustible.

Las medidas a tomar también deben buscar soluciones tecnológicas que permitan solucionar los actuales problemas del proceso, principalmente en lo referente a la incertidumbre en el abastecimiento de biomasa.

Se requiere de una adecuada coordinación y relación entre los distintos actores del sector; productores de pellet, proveedores de estufas o calderas, usuarios, Ministerios, profesionales y técnicos, organismos de capacitación y entes regulatorios.

Algunas opciones de fomento de este biocombustible se relacionarían con gestionar soportes tecnológicos, capital humano y financiero para el desarrollo industrial del sector, incluyendo programas de apoyo o gestión para que el pellet se utilice en sectores específicos, como hoteles, centros recreativos, nuevos desarrollos inmobiliarios y otros ámbitos.

Un apoyo importante sería que organismos del Estado y regionales utilicen pellet, sea para calefacción, agua sanitaria u otros fines, apostando por esta fuente de energía renovable.

Es posible sugerir o proponer la aplicación de fomento o beneficio, tanto para el uso del pellet como para las instalaciones transformadoras y para la energía distribuida por las redes de calor.

La generación de información técnica y económica en relación a la producción y uso de biocombustibles derivados de la madera debe contribuir al desarrollo o propuesta de una Agenda Estratégica de Investigación e Innovación en esta materia, en donde sea posible alcanzar consensos y una adecuada organización y comunicación entre los actores, siendo participe de las propuestas de solución y apoyo a las políticas de descarbonización, con información basadas en la valorización de biomásas.

Esto permitiría apoyar procesos en desarrollo y futuros, y contribuir a reducir las emisiones de carbono en el sector de la energía y fomentar la bioeconomía. En estos ámbitos, la bioenergía es un componente esencial y complementario de todas las opciones de tecnologías renovables donde el uso del pellet es parte de los esfuerzos o medidas para la mitigación de los efectos del cambio climático.

La visión en torno al pellet debería ser aprovechar las ventajas a nivel de territorio o sector productivo, el uso de un combustible limpio y amigable con el medio ambiente, que contribuye a la mitigación de los efectos negativos del cambio climático, de fácil manipulación, almacenamiento y precio estable, que permite la protección de los suelos al tener la necesidad de forestar para contar con biomasa, y con ofrecer opciones de desarrollo rural y generación de empleo.

La aplicación de incentivos, programas de fomento y apoyo, la capacitación en el tema y la formación de expertos, y la ampliación de ejemplos de utilización de pellet en distintas instalaciones, son señales que el Estado podría dar para masificar el desarrollo de este biocombustible derivado de la madera.

REFERENCIAS

AIE, 2020. International Energy Agency. In: <https://www.iea.org/>

APROPELLETS, 2019. Cómo podemos medir la calidad del Pellet de madera. Asociación Española de Empresas Productoras de Pellets de Madera. Madrid, España. En: <http://www.aproPellets.com/blog/2019/06/20/como-podemos-medir-la-calidad-del-Pellet-de-madera/>

AChBIOM, 2018. Observatorio Pellets Noviembre 2018. Asociación Chilena de Biomasa A.G.

AVEBIOM, 2020. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa. En: <https://www.avebiom.org/>

Bioenergy Europe, 2019. Bioenergy Europe, Statistical Report 2019. Report Pellet.

Centro de Sistemas Públicos (CSP), 2019. Evaluación Programa de Recambio de Calefactores a Leña del Ministerio del Medio Ambiente. Informe final enero 2019. En: <http://www.sistemaspublicos.cl/wp-content/uploads/2019/09/informe-final-efa-alefactores.pdf>

Dirección Nacional de Aduanas, 2019. Subdepartamento Información Comercial, Departamento Estudios, DIRECON. Registro de importaciones por producto. En: https://www.aduana.cl › artic › asocfile › 2018_importaciones_por_producto

Escobar, B. J. y Weil, P. E., 2018. Identificación de la Cadena Productiva de Elaboración de Pellets de Madera IFI Desarrollo de la Cadena de Valor Dendroenergética. 15IFI-48515. Proyecto CORFO. Informe Final. 122p.

FAO, 2007. 2. Biocombustibles y Agricultura: Panorama Técnico. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades

INFOR, 2016. La Industria del Aserrío 2016. Instituto Forestal, Chile. Boletín N°155 Santiago.

INFOR, 2019a. Documentos de trabajo Proyecto CORFO Pellet. Instituto Forestal, Chile. Informe de proyecto. INFOR Concepción.

INFOR, 2019b. Subproductos madereros de la Industria del Aserrío 2019, Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 170.

INN, 2017. Norma Chilena ISO17225/2. Biocombustibles sólidos, Especificaciones y clase de combustibles. Parte 2. Clases de Pellet de madera. Instituto Nacional de Normalización, Chile. Santiago 11p.

MINAGRI, 2015. Política Forestal 2015 – 2035. Ministerio de Agricultura. 76p.

Ministerio de Energía. 2015. Energía 2050: Política Energética de Chile.

Ministerio de Medio Ambiente, 2015. Planes de Descontaminación Atmosférica Estrategia 2014-2018

Ministerio del Medio Ambiente 2017. <http://calefactores.mma.gob.cl>.

Minte, A., 2017. El mercado del Pellet en Chile. Presentación en el Seminario “Avances y Desafíos en el Mercado del Pellet de Biomasa”. CONAF, Temuco 29 Sep. 2017

ProChile, 2018. Estudio de Mercado Pellets de Madera en Italia 2017. Oficina Comercial de Chile en Milán, Italia. 32p.

Repetto, F. y Gorgone, A., 2020. Oportunidades Pellet de Madera en Italia. Taller ProChile. Concepción, mayo 2020.

Salazar, F., 2017. El Mercado del Pellet en Chile, 2011-2016.

Sarzosa, R., 2016. Pellets Energía Limpia y Renovable. Charla en Seminario Eficiencia Energética y Medio Ambiente. Los Ángeles, mayo 2016. INACAP y Cámara Chilena de la Construcción (CChC), Segunda versión del Seminario Eficiencia Energética y Medio Ambiente



INFOR



www.infor.cl