



Programa de
Energías Renovables
y Eficiencia Energética
en Chile

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Estudio Perfil Sectorial GIZ- CL

Elaboración de análisis de perfiles de demanda y uso de energía en el sector de la Agro-industrial de alimentos procesados; requerimientos Energéticos para solar Térmica y Fotovoltaica bajo 100 Kilo- Watt.

Sector Agro-Industrial de Chile

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Edición:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn • Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn • Alemania

Nombre del proyecto:

Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor

Ministerio de Energía de Chile
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II
Santiago de Chile
T +56 22 367 3000
I www.minenergia.cl

Responsable:

Matthias Grandel

En coordinación:

Marchant Pereira 150
7500654 Providencia
Santiago • Chile
T +56 22 30 68 600
I www.4echile.cl

Título:

Pre-factibilidad técnica y económica para la instalación de una
planta FV en industria química.

Aclaración:

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto “Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor” implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la Iniciativa Internacional para la Protección del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

Santiago, 13 de Agosto de 2015

Contenido del informe

1. RESUMEN EJECUTIVO	7
SOBRE EL PRESENTE ESTUDIO	7
ABSTRACTO	9
AGRO-INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS	10
COSTOS ENERGÉTICOS	12
PROPUESTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS Y SOLAR TÉRMICA	13
IMPACTO EN EL AHORRO AGRO-INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS	16
2. ANTECEDENTES	18
2.1 INTRODUCCIÓN	18
2.2. OBJETIVO GENERAL	19
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. RESEÑA SECTOR AGRO-ALIMENTARIO	20
3.1. SOBRE EL SECTOR AGROALIMENTARIO CHILENO	20
3.2. RESTRICCIONES ESTRÁTÉGICAS DEL SECTOR AGRO-ALIMENTARIO	21
Tecnologías ERNC	21
3.3. CONTEXTO ACUERDOS TLC	22
3.4. CONTEXTO ENERGÉTICO NACIONAL RESPECTO A LATINO AMÉRICA	23
4. PERFIL ENERGÉTICO SECTOR AGRO	25
4.1. ESTRUCTURA DEL INFORME	25
4.2. CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA SECTOR AGRO	29
4.2.1. <i>PERFIL MACRO-ECONÓMICOS Y PRODUCTIVO DEL AGRO</i>	29
4.3. PERFIL DEMANDA ENERGÉTICA DEL SECTOR	45
4.4. SENSIBILIZACIÓN APORTE ERNC OBJETIVOS	57
4.4.4. PRE-FACTIBILIDAD APLICACIÓN TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA (FV)	66
4.4.5. PRE-FACTIBILIDAD APLICACIÓN TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA (ST)	78
4.5. APORTE ENERGÉTICOS A EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS	92
5. RECOMENDACIONES	98
5.1. ANÁLISIS	99
<i>Crecimiento de la capacidad productiva del sector</i>	100
5.2. COROLARIO RECOMENDACIONES	108
<i>Sector productor Congelado y refrigerado</i>	111
<i>Sector productor Jugos</i>	114
ANEXOS	115
A.1. TABLAS	116
<i>A1.1. Datos Meteorológicos referenciales</i>	
<i>A.1.2. Evaluación Financiera Fotovoltaica (ReTScreen)</i>	121

A.1.2. Evaluación Financiera Solar térmico (RETScreen)	124
A.2.A. BIBLIOGRAFÍA.....	127

Índice de Cuadros:

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Índice de Figuras:

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

1. Resumen Ejecutivo

Sobre el presente estudio

- **Sobre el reporte:** Resultados usados para:
 - Planificación del análisis profundo de cada sector específico.
 - Diseño de las referencias de la estudio de selección de sectores primarios y secundarios.
- **No busca:**
 - Reemplazar un estudio de selección de sectores primarios y secundarios.
 - Preselección de un sector específico para estudio de factibilidad.
- **Enfoque del consultor**
 - El estudio tiene interés inicialmente en el perfil energético **eléctrico** de los sectores. Sin embargo por recomendación del consultor, **por experiencia, recomienda abarcar temas de interés relacionado al uso térmico**, que promueven otros tipos de tecnologías ERNC disponibles en el mercado y que son utilizables en el sector.
 - El aspecto térmico (no eléctrico) se encuentra analizado con **menos intensidad** en las fuentes de información.
 - Las recomendaciones pueden contar con **conjeturas basados en la experiencia del consultor**, que puede ser factible de respaldar, pero se encuentra fuera de los datos de los estudios referenciales del presente análisis.

- **Calidad de las fuentes**

- Variadas fuentes de análisis referenciales.
- Las fuentes **no son consistentes** entre ellas, al contar con diversas metodologías y objetivos referenciales.
 - A más detalle “energético”, menor detalle sectorial
 - A mayor detalle sectorial, menor detalle energético
- **No existe homologación** en la clasificación sectorial entre los estudios. El uso debe ser un indicador referencial del plan de acción a realizar en estudios futuros.
- La información necesaria para un análisis estandarizado y consistente, **escapa al alcance del presente estudio. Ref. Recomendaciones.**

Abstracto

El presente informe de análisis del sector agro-industrial, persiste en evaluar tanto los requerimientos energéticos, como la viabilidad de la diversificación de la fuente de este, mediante la incorporación de energías renovables, en específico, de la tecnología solar térmica y solar fotovoltaica.

La industria cuenta con la información necesaria para prospectar el impacto de este. La caracterización del consumo energético cuenta con un perfil de centralización, esto caracterizado por los puntos;

- 1. Superficie cultivos:** Entre las regiones del Coquimbo y el Maule, concentran gran parte de lo que a cultivos objetivos de alimentos que demanda la industria de alimentos procesados. Entre estos se caracterizan los frutales, donde en dichas regiones, concentran el 83% de la superficie cultivada con 270 mil [ha] destinadas a dicho fin. Las hortalizas alcanza un 75% con 71 mil [ha]. Las viñas de parrones para vino con un 87% (112 mil [ha]), Semilleros con un 71% (30 mil [ha]), 77% Viveros (1,7 mil [ha]), y un 74% del cultivos de flores del país (1,5 mil [ha]).
- 2. Tecnificación del riego:** Obedeciendo al patrón de concentración de cultivos característicos, también afectan las necesidades tecnificación y optimización del riego en la superficie de cultivo, técnica que buscan mediante la inserción de tecnología de riego mecánico (5%) y micro-riego (23%), por sobre el riego gravitacional (72%). La concentración de la utilización del riego, la utilización de dicha tecnología se concentra justamente, entre las regiones del Coquimbo y la Región del Maule, concentrando el 89% del riego por micro-riego del país, con alrededor de 219 Mil [ha] utilizando dicha tecnología. Es decir el 20% del total de la superficie que cuenta con riego de cualquier tipo (1.090 mil [Ha]). Dicha concentración justamente en las zonas donde frutales, hortalizas, viveros, semilleros y viñas, concentran las operaciones de cultivo.

3. Plantas de procesamiento agro-industrial de alimentos: Entre las regiones de Coquimbo y la región del Maule, concentran 211 plantas instaladas para el procesado de alimentos, de un total de 245 constatadas a lo largo del país en el año 2011. Esto es un 86% de la totalidad de la industria, concentrada en las zonas de alto grado de tecnificación de riego tipo Micro-riego, donde frutales, hortalizas, viveros, semilleros y viñas, concentran las operaciones de cultivo

Cabe destacar que bajo esta premisa, en el nivel de industrialización y caracterización del cultivo, influye directamente en el perfil de una industria con requerimientos energético, y por ende, potenciales nichos donde la ERNC consolidada tecnológicamente; como la solar térmica y solar fotovoltaica, puede dar cabida como mercados con un fuerte carácter de crecimiento. En el desglose de la BNE 2012, el sector “Industrias Varias”, donde aglomera entre otros, el sector Agro-industrial, consume solo 8,04 [Tcal] (9.344 [MWh]) desde fuentes renovables tipo solar, de un total de 18.521 [Tcal] correspondiente a la demanda energética anual respecto a dicha estadísticas.

Respecto a la encuesta de “*Usos Finales y Curvas de oferta de conservación de la Energía* “2010, caracteriza el consumo de la agro-industria pulpa y frío, con un consumo anual de 4.828 [Tcal] donde un 73,3% (3.537 Tcal) corresponde a demandas del tipo térmico (sin red eléctrica), y un 26,7% (1.291 Tcal) con fuentes eléctricas del SIC-SING.

Agro-industria de alimentos procesados

Del mismo modo, en la encuesta del Catastro Agro-industrial Chileno del 2012 de la ODEPA, caracteriza el consumo energético eléctrico de 219 empresas dedicadas a las áreas de Aceites, Congelados, conservas, deshidratados y Jugos, (en su mayoría concentradas en un 86% entre la región de Coquimbo y el Maule), con un consumo de 289,49 [Tcal] en el periodo 2011, es decir, un consumo medio de 7,01 [Tcal] por empresa (8.151 MWh).

	Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	Total
Encuestados	43	45	42	68	21	219
TOTAL	63	3.426	1.897	890	1.875	8.151

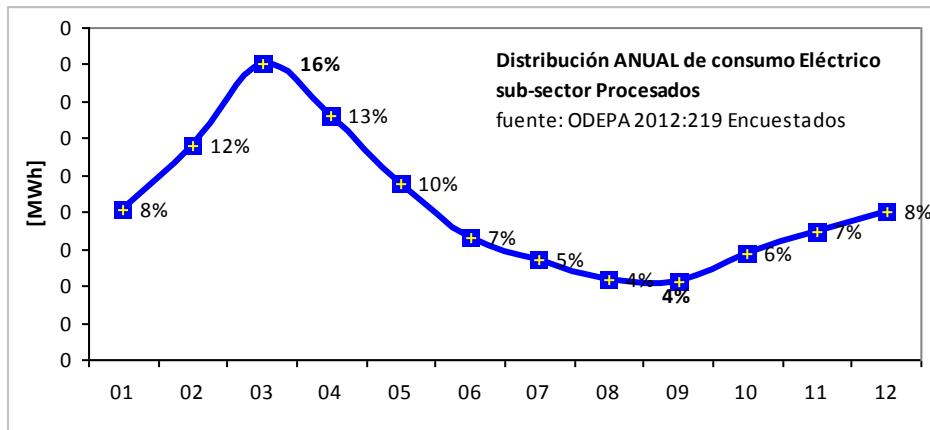
Consumo Promedio por planta en Megawatt·hora

En el sector, uno de los mayores demandantes de energía eléctrica por empresa, corresponde al sector de congelados, que consumo promedio un 3.4 mil [MWh] anuales, para aplicaciones agro-industriales de refrigeración y conservación de alimentos. En términos totales de dicha encuesta, también este sector cuenta el mayor consumo de energía anual con 154.1 Mil [MWh]

	Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	Total
Encuestados	43	45	42	68	21	219
Energía	2.717	154.151	79.690	60.524	39.377	336.459

Consumo Total 219 Encuestados en Megawatt·hora

Una de las dificultades detectadas, para la implementación de aplicaciones ERNC, es el alto grado de estacionalidad, es decir, como se distribuye la demanda energética durante el transcurso del año. El 50% de la energía demandada (169 Mil MWh) es concentrada entre febrero-marzo, abril y mayo, es decir finales de verano.

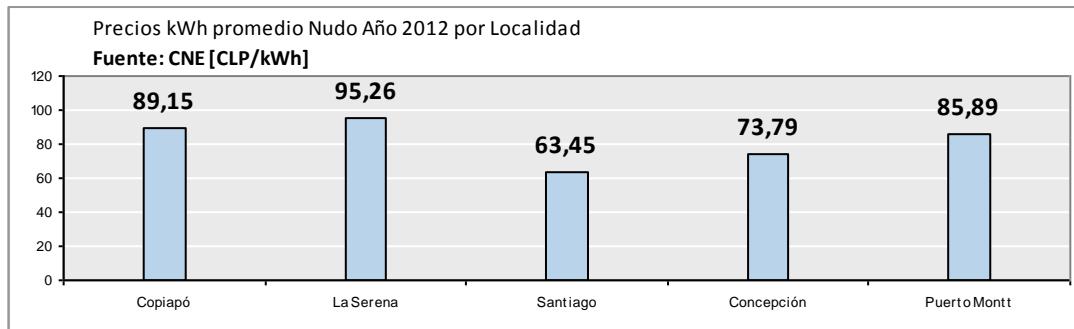


En dicho periodo, se concentra fuertemente el escenario de consumo energético, con el periodo de cosechas de cultivos permanentes, como los frutales. Sin embargo es necesario un análisis de profundidad para las producciones frutales, como las hortalizas, viveros, semilleros y viñas.

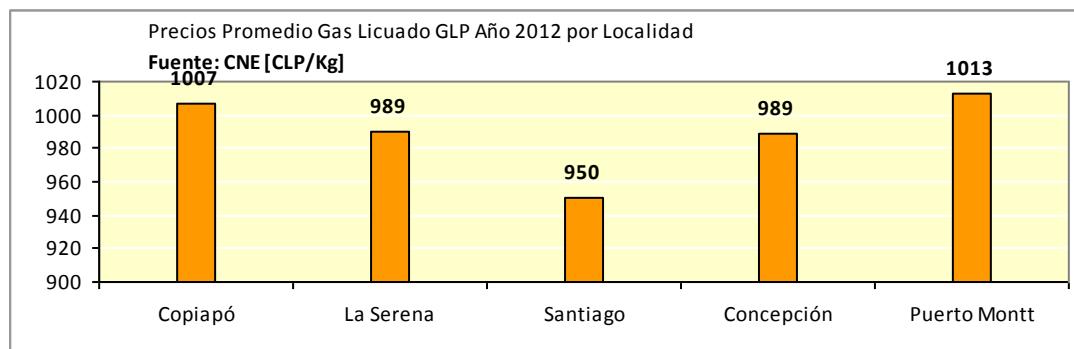
Costos Energéticos

Con respecto a los costos energéticos asociados, sigue un patrón de costos marginales que se incrementan en la medida que se alejan del centro geopolítico nacional. Es decir los precios de la energía, aumentan en la medida que se alejan de la región de metropolitana. Esto sin embargo cuenta con un beneficio adicional, al motivar aún más dispocisión de la ERNC en un mercado que incrementa sus costos, respecto a la lejanía de los centros de distribución, como incrementos en el tiempo.

Analizando 5 localidades se demuestra lo anterior, que según precios de los nudos promedio del año 2012, los menores costos por Kilowatt-Hora (KWh) son de alrededor de 63,45 [CLP/kWh], donde en la zona norte se incrementa por sobre el 50% y en la zona sur, con casi un 35% en Puerto Montt y en menor medida en Concepción con un 16% de coste unitario adicional. Esto es de especial interés para fuentes renovables Fotovoltaicas, aplicadas a la generación autosuficiente de electricidad.



Algo similar sucede con el Gas Licuado de petróleo o GLP, donde en zonas extremas del norte y sur se alzan por sobre el 6% y 7% entre el norte y sur, por sobre el precio por kilogramo de gas en Santiago, con cerca de 950[CLP/Kg]. Es decir las oportunidades de implementación energética ERNC son favorecidas en la medida que se alejan del centro metropolitano.



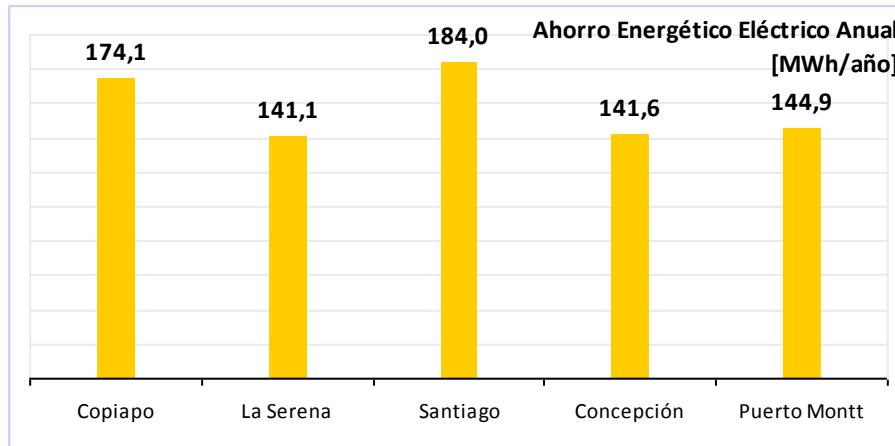
Propuestas Solares Fotovoltaicas y Solar Térmica

En el presente informe, se realizan consideraciones de implementación de equipamiento ERNC solar en el sector Agro-industrial de procesado de alimentos, en el orden de los 10kW a los 100kW de potencia eléctrica y térmica, de forma nominal.

Fotovoltaica

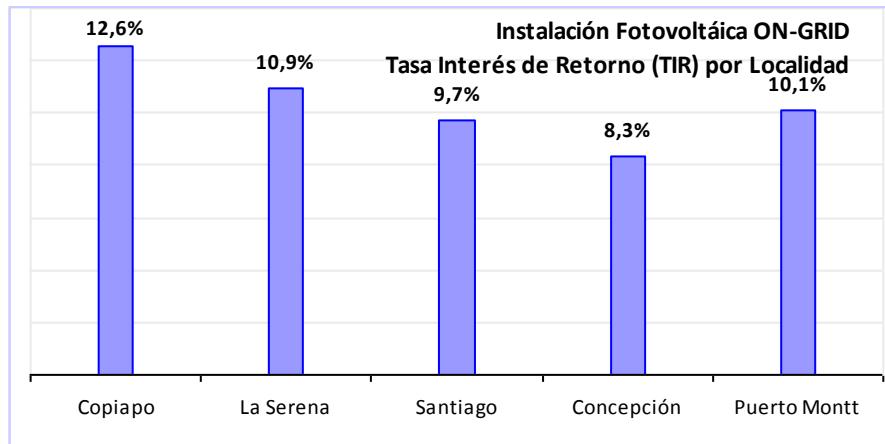
La valorización sin embargo se realiza para equipos de correspondientes a **100 kW** para la fotovoltaica, con un monto de de inversión estimada de clp \$176,4 Millones correspondiente a 649 m² de superficie de colectores FV instalados. El dispositivo se encuentra valorizado en función de ahorro energético eléctrico en la red interna de la empresa, sin acumulación con banca de baterías, y un valor de ahorro por cada peso ahorrado en Kilowatt-hora no consumido desde la red interconectada eléctrica.

Cabe destacar que la capacidad de generación energética, al ser de tecnología solar, es decir, depende de la radiación del sol para funcionar. El ahorro en energía esta fuertemente ligado no sólo a la región donde está instalado, sino que a las características de micro-clima preponderante en el lugar. Tanto así que fuera de estudio, santiago poniente, cuenta con tanta irradiación solar como la zona norte (5,46 kWh/m²/día) , y santiago oriente, con condiciones similares a la zona sur de Chile (3,73 kWh/m²/día). Sin embargo para caracterizar se utilizará datos de Copiapó, La Serena, Santiago poniente (Pudahuel), Concepción y Puerto Montt.



Los aportes solares, bordean los 141 MWh en zonas con aporte de irradiación promedio de 4,23 [kWh/m²/día] a 174 MWh anuales en zonas con 5,26 [kWh/m²/día] de promedio de radiación anual.

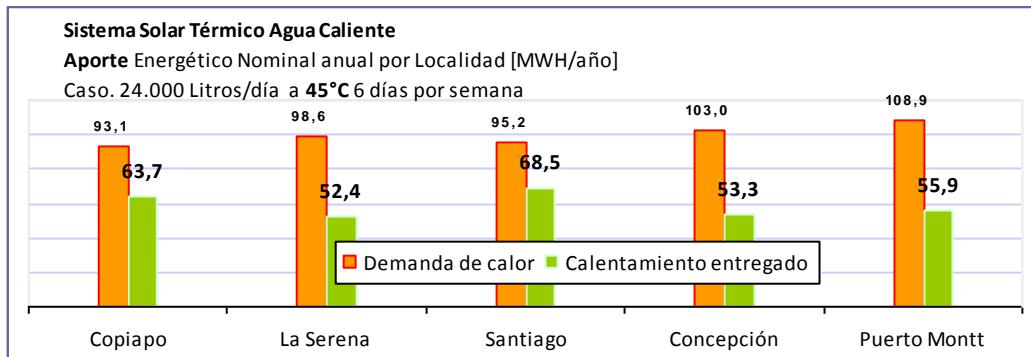
Desde el punto de vista financiero, a los precios expuestos anteriormente, se obtiene tasas de retorno entre el 8,3 % y 12,6%, con una vida de 25 años, y



Solar térmico

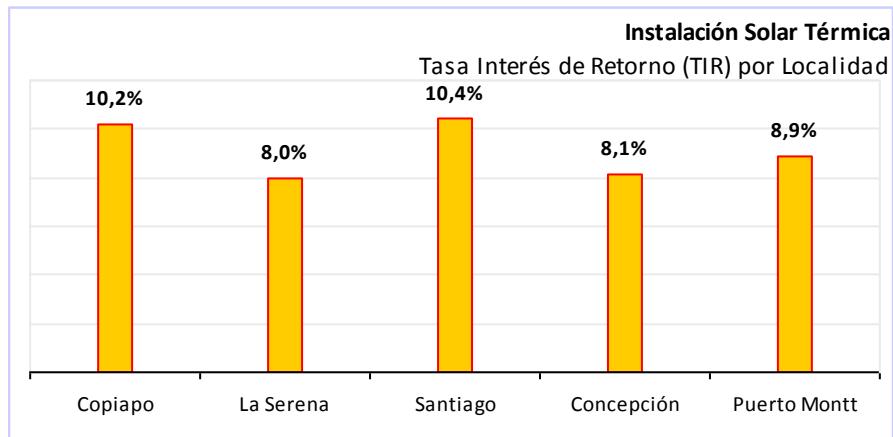
La valorización sin embargo se realiza para equipos de correspondientes a **100 kW** para la solar térmico para agua sanitaria, con un monto de de inversión estimada de clp \$54 Millones correspondiente a 160,8 m² de superficie de colectores solares del tipo plano instalados y 10.000 litros de termo-acumulación presurizada para servicios varios. El dispositivo se encuentra valorizado en función de ahorro energético de gas licuado para calefacción de agua caliente con requerimientos para satisfacer la demanda nominal de 20.000 Litro por día durante 6 días a la semana.

Como en el caso de generación energética, el SST al ser de tecnología solar, es decir, depende de la radiación del sol para funcionar. El ahorro en energía esta fuertemente ligado no sólo a la región donde está instalado, sino que a las características de micro-clima preponderante en el lugar. Lo mismo sucede con la demanda energética, ya que a regiones “más calientes” cuesta menos calefaccionar agua a la misma temperatura, que lo que requiere en zonas centro sur, con menor temperatura ambiental.



Los aportes solares, bordean los 63,7 MWh en zonas con aporte de irradiación promedio de 4,23 [kWh/m²/día] a 68,5 MWh anuales en zonas con 5,26 [kWh/m²/día] de promedio de radiación anual. El ahorro energético térmico bordea los 68,4% en la zona norte, y un 51,4% en la zona sur, con menos disponibilidad de sol.

Desde el punto de vista financiero, a los precios expuestos anteriormente, se obtiene tasas de retorno entre el 8,0 % y 10,4%, con una vida de 25 años, y



Impacto en el ahorro Agro-industria de alimentos procesados

Para caracterizar las potencialidades de la propuesta, realizando una distribución zonal entre equipamientos instalados solar fotovoltaico y solar térmico, con potencias nominales entre 10kW a 100kW (10%) para cada una de las 219 (de 245)

encuestadas en el sector. El aporte medio alcanza en aplicaciones eléctricas con más de **17.400 [MWh]** anuales, es decir un ahorro del 5,18% de consumo energético del sector de procesados, y **6.500 [MWh]** con un 1,95%. En total para el sector representaría un ahorro de **7,13%** del consumo eléctrico de las 219 plantas de procesamiento evaluada en la actualización del catastro agroindustrial del 2012 con un total de 23.994 [MWh] (20,64 Tcal).

Desde el punto de vista del aporte en energías renovables, preponderante en la BNE 2012 del sector “Industrias Varias”, puede incrementar de 8 [Tera calorías] anuales a **28,70 [Tcal]** por año, es decir aumentar a un **356%** de uso de energía solar del sector. Además representa un **incremento del 11,2% del uso de energías del tipo solar preponderante en el TODO el país**, según cifras del BNE 2012 (184 Tcal año).

Ing. Carlos R. Campos Núñez
Consultor. Especialidad Energías
Valparaíso, noviembre de 2013

2. Antecedentes

2.1. Introducción

El presente estudio “Análisis de perfiles de demanda y uso de energía en el sector de la Agro-industrial”, se enmarca en el desarrollo de proyecto prospección energética de **Cooperación Alemana al Desarrollo Agencia de GIZ - Chile** de potencialidades del desarrollo de implementación de Energías Renovables No Convencionales en el sector Objetivo Agro-Industrial de Chile. El documento tiene objetivo, realizar una primera aproximación al perfil productivo y energético del sector objetivo y caracterizar las potencialidades de la inserción de la **energía solar térmica y solar fotovoltaica** de potencias del orden de **100 kW de potencia nominal instalada** para dicho sector, identificando aplicaciones factibles con un nominal ahorro y diversificación de la matriz energética del sector objetivo.

La aplicación también objetivo recabar la información necesaria para caracterizar la cadena de valor de sector, como agentes privados y estatales, en el desarrollo de planes de incorporación de energías renovables. Además, la información proporcionada por propuesto permitirá analizar y estimar la distribución del consumo de energía en los procesos del sector, analizar el estado del usos de la energía, identificar aquella medidas para reducción de energía convencional que se han implementado en cada sub-sector, estimando el potencial de ahorro e inversión requerida para la generación de dicho ahorro, lo cual en consecuencia permitirá la construcción de las curvas de oferta de conservación del recurso de usos térmico y eléctrico.

2.2. Objetivo general

- Prospección y análisis de perfiles de demanda y uso de energía en el sector de la Agro-industrial; así como requerimientos Energéticos y factibilidad de aplicaciones de soluciones energéticas renovables tipo solar térmica y solar fotovoltaica del orden 100 kilo-Watt de potencia nominal instalada.

2.3. Objetivos específicos

- Caracterización productiva de sector Agro-industrial de chile, como sus características macro-económicas y marco de crecimiento de sub-sectores objetivos del estudio.
- Prospección del perfil como antecedentes de los agentes públicos y/o privados de apoyo de desarrollo de proyectos de innovación y energías.
- Prospección e identificación de fuentes de información, evaluación de calidad y requerimientos para análisis del estudio.
- Perfil del consumo energético del sector objetivo atractivos para el plan de incorporación de energías renovables tipo solar térmica y fotovoltaica. Así como la estimación de los usos aplicados en los sub-sectores objetivos de estudio.
- Identificación de procesos agro-industriales y propuestas de incorporación de soluciones energéticas ERNC objetivos del estudio.

3. Reseña sector Agro-alimentario

3.1. Sobre el sector agroalimentario Chileno

La economía chilena se encuentra consolidada tanto mediante la reducción unilateral de aranceles, como mediante los numerosos Tratados de Libre Comercio que ha negociado y puesto en vigencia, determina que el desempeño de su economía este estrechamente ligado a la evolución y tendencias de la economía internacional.

Para sector agroalimentario, atendiendo al hecho de que se trata de un sector enteramente variable, y por ello muy sensible a las variables asociadas al desarrollo del comercio internacional. El sector agroalimentario chileno presenta un crecimiento sostenido en las últimas décadas, sustentado fundamentalmente en las ventajas competitivas otorgadas por sus recursos naturales, en la existencia de favorables condiciones asociadas a costos de mano de obra comparativamente inferiores respecto de algunos de sus competidores directos, como Australia, Nueva Zelanda y California en Estados Unidos, y de un modo muy especial por el impulso otorgado por la amplia apertura de mercados proporcionada por los Tratados de Libre Comercio negociados por Chile con las principales economías del mundo.

Es así que el valor de las exportaciones, sin considerar al cobre y otros minerales, crecieron en el periodo 1990-2010, desde US \$ 4.562 millones a US \$ 30.332 millones, esto es un crecimiento 660%, lo que representa una tasa interanual de crecimiento de 10%. Lo más relevante al considerar estas cifras, es que esta expansión se explica especialmente por el aumento de las exportaciones de bienes agropecuarios, forestales y acuícola.

3.2. Restricciones estratégicas del sector Agro-alimentario

El análisis de las restricciones del estudio “IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS FORTALEZAS Y RESTRICCIONES DEL CRECIMIENTO AGROALIMENTARIO CHILENO AL AÑO 2017” de ODEPA del 2011, existe un escenario de mayor demanda del sector agroalimentario, con menor expansión de las economías industrializadas, en donde en las últimas décadas, el crecimiento de la oferta de alimentos se ha sustentado en la expansión de la frontera agrícola, de hecho de acuerdo a estimaciones de FAO, la mayor producción se explica en más de un 50 % por la incorporación de nuevas tierras a los sistemas de producción.

Sin embargo, de acuerdo a estimaciones de FAO, en las próximas décadas se estima que no más del **20%** del crecimiento de la producción podrá basarse en la incorporación de nuevas superficies a la producción agrícola. Uno de los factores de restricción, es la disponibilidad de agua la producción agrícola, en especial en el continente africano, así como en Australia y en extensas áreas del continente americano, como el noreste de Brasil o las zonas semiáridas de México, Perú y Chile.

Tecnologías ERNC

Como factor decisivo en la expansión de la producción agrícola ha sido hasta ahora la difusión de tecnologías basadas en la llamada **revolución verde**, que desde finales de los años 60 ha servido de base para la innovación tecnológica, en virtud de sus costos accesibles a los países en desarrollo y a su facilidad de acceso prácticamente libre e ilimitado.

Estas “tecnologías verdes” participan en el aspecto **energético** del funcionamiento del sector, resultado un factor que influye en la competitividad del sector agroalimentario. Es conocido que Chile tiene una matriz energética con un gran peso de los combustibles fósiles, derivados del petróleo y carbón, recursos que el país no posee en abundancia, de manera que los costos de la energía en Chile están en dependencia directa de la

evolución de los precios de dichos productos, en especial petróleo y derivados, en los mercados internacionales.

3.3. Contexto acuerdos TLC

Por el lado de los desafíos, parece importante la necesidad de contar en forma estable con materia prima de calidad, y cumplir con los crecientes estándares, privados y de los estados, que buscan asegurar una provisión de productos más amigables con el **medio ambiente** para los consumidores del mundo desarrollado, y crecientemente también para los demandantes de los países en desarrollo.

Esto es particularmente importante para el sector de **Alimentos Procesados del sub sector Agro-industrial**, y que será analizado en este informe. En ese marco, **los temas asociados a las huellas de carbono y del agua, que incorporan también el tema energético, deberán ser abordados crecientemente por las unidades productivas.**

	Arancel	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Unión Europea	6,00%						Procesados Duraznos					Arancel 0% →
	3,60% a 5,20%						Frambuesas	Arancel 0% →				
	3,73% a 5,43%						Cerezas en conserva	Arancel 0% →				
TLC-2004: Korea del S.	24,80%						Néctar y Jugo Manzana	Arancel 0% →				
	17,40%						Cerezas conserva	Arancel 0% →				
	17,06%						Jugo de Uva	Arancel 0% →				
	17,062% a 18,75%						Durazno conserva	Arancel 0% →				
	12,21%							Pasas	Arancel 0% →			
TLC-2006: USA	14,67% a 15,59%								Durazno conserva	Arancel 0% →		
	5%								Duraznos (pulpa, pasta)	Arancel 0% →		
	1,6 cent/lit								Jugo de uva	Arancel 0% →		
	10,64%									Puré y jugo tomate	Arancel 0% →	
	12,84%									Ciruelas Secas	Arancel 0% →	

Tabla 3.3.a. Calendario arancelario de acuerdos TLC Chile.

Fuente: Crecimiento Agroalimentario 2011. Fuente: Informe Qualitas CNIC 2011

3.4. Contexto energético nacional respecto a Latino América

Los costos de la energía en el caso de Chile tienen una doble importancia, por una parte sobre los procesos productivos que ven aumentados sus costos de producción, y por otra sobre los costos de transporte, que dada la distancia con los centros de consumo, son una amenaza sobre la competitividad de algunas cadenas productivas mas intensivas en fletes y transporte a largas distancias.

Para la industria, comenzando el período con precios similares en torno a los 90 US\$/MWh, en el año 2010 los precios en Chile aumentaron a 151,5 US\$/MWh mientras que para el conjunto de la OCDE aumentaron hasta los 110,8 US\$/MWh (ver fig.3.4.a)

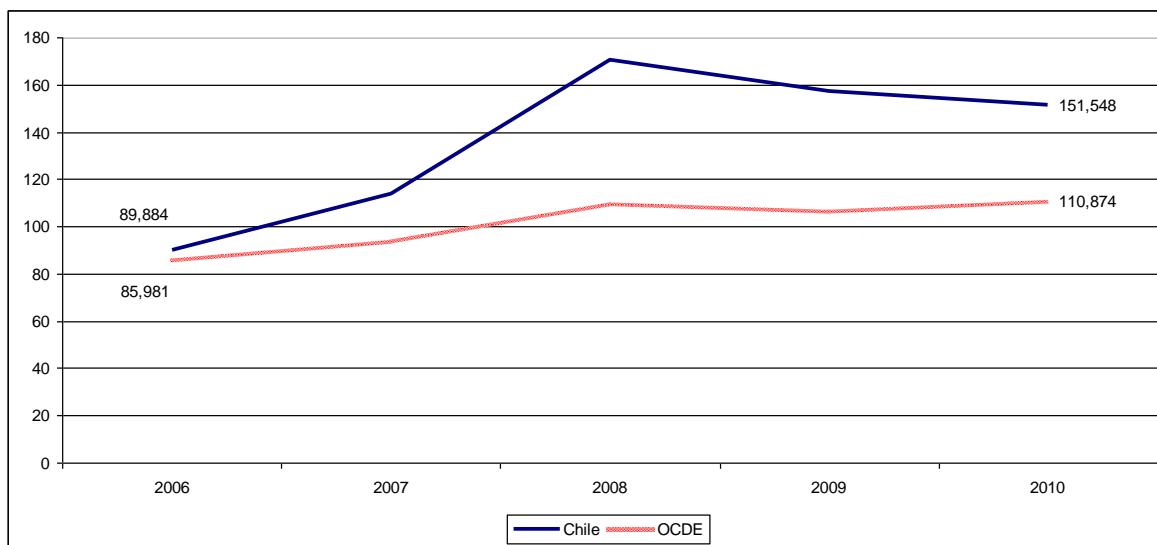


Figura 3.4.a. Precios por MWh la electricidad para la industria en Chile y la OCDE.

Fuente: IEA.org.

Es importante la consideración respecto de los costos de la energía en algunos de los países con los cuales Chile compite en los mercados externos, como es el caso de

Perú, Argentina, Brasil y Colombia entre otros, todos ellos con costos locales de energía sensiblemente más bajos que Chile.

En concreto, según datos de IEA, Chile es el país con precios de la **electricidad** más elevados en comparación con los principales países de América Latina [ver cuadro 3.4.b], el precio del MWh en Chile se situó en el 2008 en unos 20-25 US\$ por encima de los países con mayores precios del resto de Latinoamérica, tanto para la industria como para el consumo residencial.

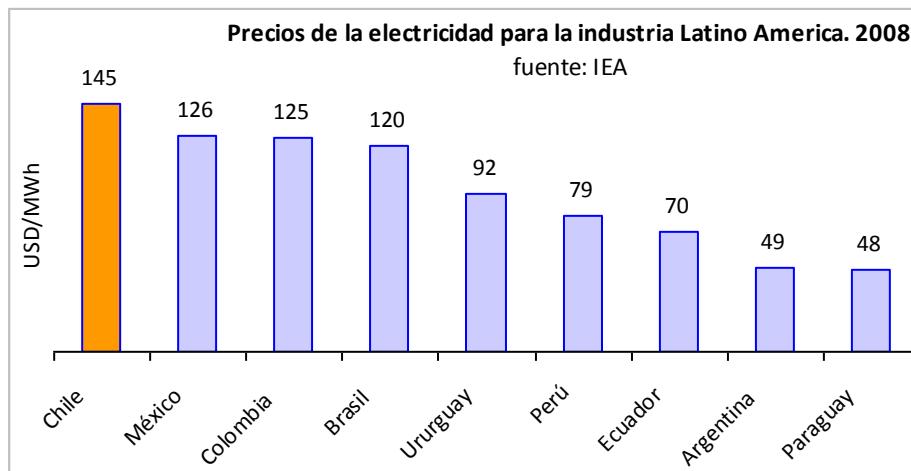


Fig. 3.4.b. Precios de la electricidad en Latino América. Fuente IEA.org

Desde el punto de vista de la competitividad agro-alimentario, si bien Chile no es un país con frontera agrícola disponible, posee una muy buena disposición de suelos, disponibilidad adecuada de recursos hídricos en especial en sus regiones del sur, y condiciones de organización institucional a nivel público y privado como para maximizar las oportunidades que abre un escenario que demandara simultáneamente una mayor oferta de alimentos, y estándares más exigentes en cuanto a sanidad, calidad e inocuidad de dicha oferta de alimentos, todos ellos aspectos en los que Chile es altamente competitivo, abriendo oportunidades concretas a las **ERNC** como un eje estratégico necesario a abordar, para el desarrollo agro-alimentario del país.

4. Perfil Energético sector Agro

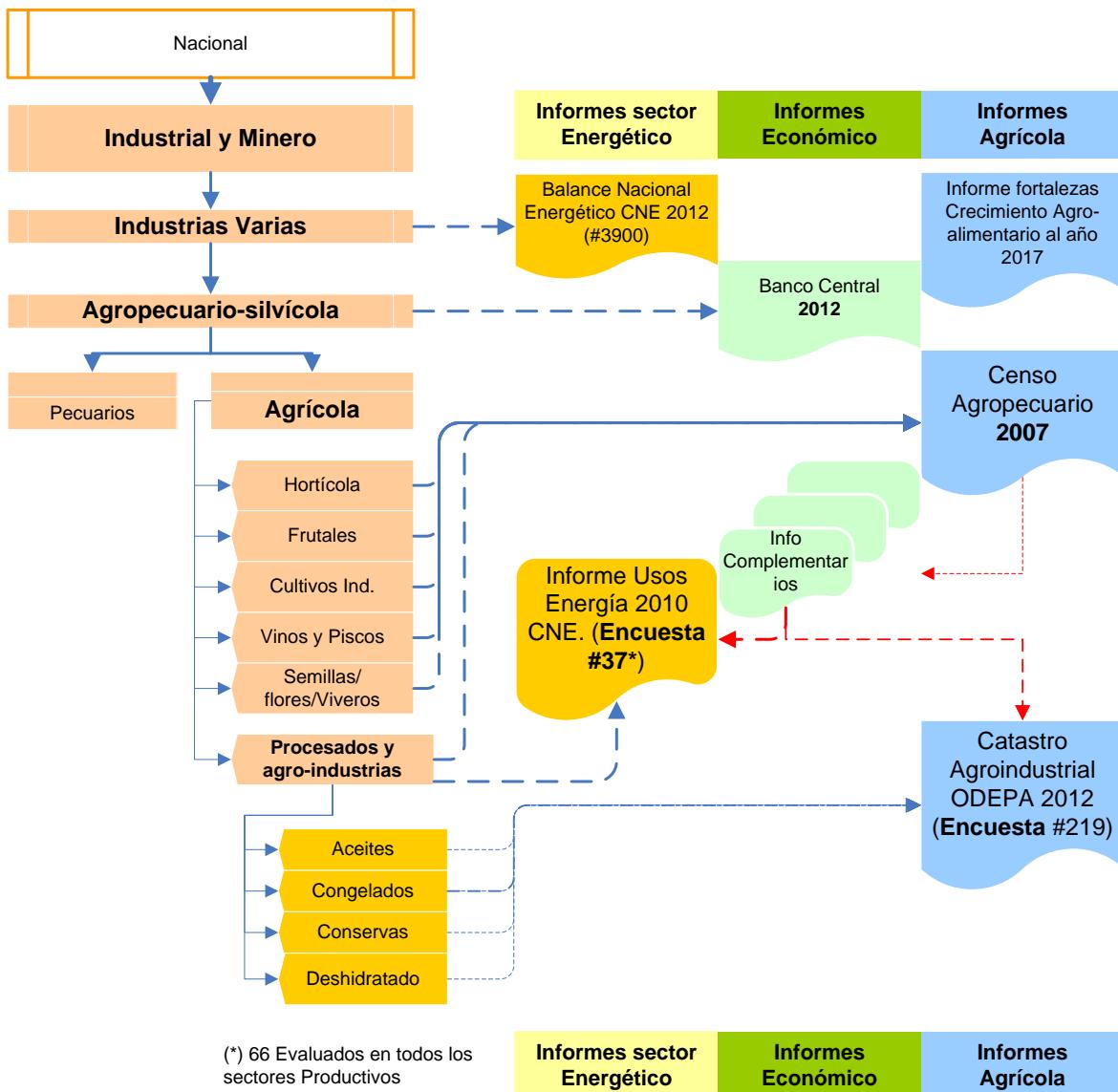
4.1. Estructura del informe

4.1.1. Caracterización de las fuentes de información

Existen diversas fuentes de información para caracterizar la demanda y uso energético del sector objetivo del estudio. Sin embargo estos resultar ser heterogéneos tanto en su profundidad (ítem datos) y representatividad (universo encuestado), como también el nivel fragmentación de la información (desglose de sectores), necesaria para identificar cada sector y sub.-sector productivo de la cadena de valor agrícola. Más aún un tema tan específico, como el energético, que a pesar de su importancia transversal en la economía, a nivel de estadísticas nacionales del “**Balance Nacional de Energía**” del Ministerio de Energía, la estadística más importante del país en la materia, cuenta con una denominación agrupada en el sector general “Industrias Varias”. (ver cuadro 4.1.1.a).

De manera que es necesario, abordar otros tipos de fuentes, tanto como tipo **encuestas** realizadas en años anteriores por la ODEPA y el Ministerio de Energía, donde soslayan el directamente el aspecto “**ENERGÉTICO**” en grupos representativos de menor tamaño (entre 40 y 300 empresas encuestadas). Como también estadísticas y estudios estadísticas agrícolas que complementen la información “**NO ENERGÉTICA**”, pero que cuenta con una directa relación con la energía, debido a la grado de producción y tecnificación.

El objetivo de estas referencias, es caracterizar la importancia de la energía en el sector objetivo del presente estudio, sea a niveles de sub-sectores específicos (productivos), como a nivel territorial (regiones) y extrapolar dichos requerimientos, a las aplicaciones mediante energías renovables con tecnologías tipo fotovoltaica y solar térmica, en el corto plazo.



Cuadro 4.1.1.a. Diagrama de distribución sectorial fuentes y tipo de información.
Elaboración propia.

Como lo mencionado, los datos se encuentran fragmentados en diferentes fuentes de información. Es así que al desglosar a nivel de sectores Agrícolas, es necesario complementar con ENCUESTA de la ODEPA (hecha a 219 empresas, Año 2012) y el “Usos de la Energía” Min. Energía (37 Empresas, Año 2010), que con un muestreo inferior

en cantidad de empresas respecto a la BNE (3900 empresas, Año 2012), alcanzan mayor profundidad en el desglose por tipo de sectores, de modo servirá para evaluar sectores específicos como el de los procesados, uno de los más importantes en la **demandas energética, sobre todo del tipo térmico.**

A nivel de grupo “agrícola”, la demanda energética se encuentra agrupada en el sector “Industrias Varias” de la BNE 2008-2012, que como primera referencia sirve para caracterizar a grandes rasgos el grupo.

En el presente informe se propone adicionar “**informes complementarios**” (**cuadro 4.1.1.a**), con la información agrícola con estadísticas como:

- **Producto Interno Bruto** (Banco Central 2012): Que como factor económico, nos permite caracterizar la importancia del sector, a nivel nacional. Además se encuentra disponible hasta niveles del sub-sector “Agropecuario Silvícola”.
- **Distribución de Cultivos agrícola**: (Censo Agro-pecuario 2007): Nos permite caracterizar territorialmente, y como está distribuido los cultivos nacionales. La demanda energética, está fuertemente ligada al tipo de cultivo asociado, ya que de este dependerá las necesidades productivas, como también de satisfacer exigencias del mercado como en el aspecto energético, y adopción en tecnologías limpias.
- **Tecnificación del riego**: (Censo Agro-pecuario 2007): Complementario al punto anterior, el grado de tecnificación del riego permite diferenciar intrínsecamente, del como territorialmente se distribuye la adopción de necesidades y eficiencia en la utilización del recurso hídrico y por ende el energético. Además cabe una relación entre esta tendencia, en relación en “donde” están instaladas las zonas productivas agrícolas de mayor industrialización territorial.

4.1.2. Propuesta sensibilización energética

El objetivo del informe es dar una primera aproximación al impacto de la implementación de energías renovables, específico tipo solar térmica y solar fotovoltaica, en aplicaciones agro-industriales, con potencias instaladas del orden de 100kW nominales, esto quiere decir a nivel de “micro-generación”.

Para evaluar aquello se propone:

- **Evaluación aporte energético eléctrico y presuntos ahorros de instalación fotovoltaica** con potencia nominal de 100 [kW_el] y aportes nominales sobre 100 [MWh_el/año] , caracterizando:
 - Aporte energético a nivel territorial (zona climática; A,B,C,D,E, Nch24. 365).
 - Estimación de costos y beneficios económicos involucrados.
 - Evaluación Económica, TIR, VAN, Retorno de Inversión.
 - Sensibilización variables críticas del proyecto (inversión, ingresos,etc).
- **Evaluación aporte energético eléctrico y presuntos ahorros de instalación Solar Térmica** de agua caliente con aporte nominal de energía 100 [MWh_th], caracterizando
 - Aporte energético a nivel territorial (zona climática; A,B,C,D,E, Nch24. 365).
 - Estimación de costos y beneficios económicos involucrados.
 - Evaluación Económica, TIR, VAN, Retorno de Inversión.
 - Sensibilización variables críticas del proyecto.
- **Estimación y sensibilización de ahorro en el sector objetivo.** De modo de estimar a grande rasgos, el alcance de los beneficios energéticos para instalaciones nominales 100kW (energético o térmico).

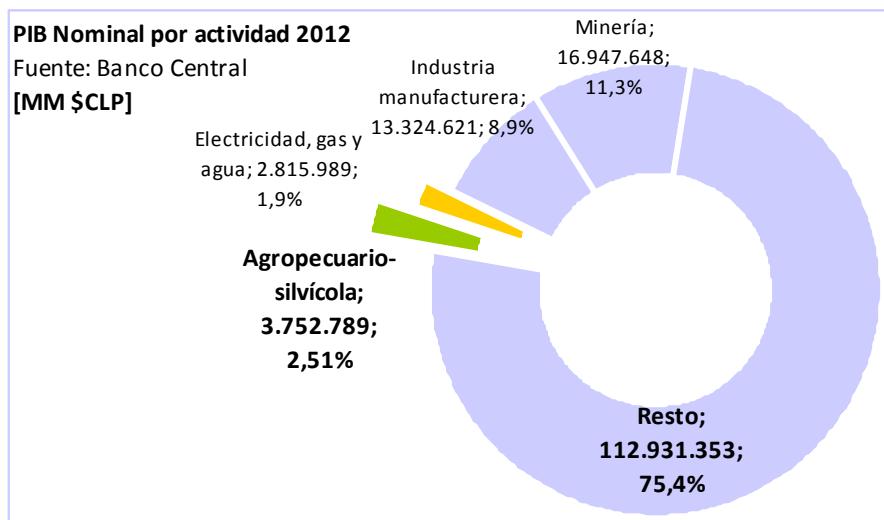
4.2. Caracterización productiva sector Agro

4.2.1. Perfil macro-económicos y productivo del agro

Es necesario contextualizar los indicadores de posicionamiento económico, en contexto de la demanda energética nacional. Esta parte por el aporte a la producción nacional, y como este se relaciona con la demanda energética. Parte del desglose detallado del uso de este, se expondrá en el capítulo 4.3. del informe.

4.2.1.1. Aporte agro-pecuario al producto interno Bruto

En el contexto nacional, el sector agropecuario-silvícola, representa al año **2012**, el 2,51% del total de producto interno bruto nacional, con un aporte de alrededor de (miles miles) MM CLP \$3.752.000.-. Esto se traduce en un poco más que la quinta parte de lo que aporte el sector de Minería, la de mayo importancia nacional, el cual aporta al 2012 más del 11,3% de PIB Nominal. (**ver cuadro 4.2.1.1.a**)

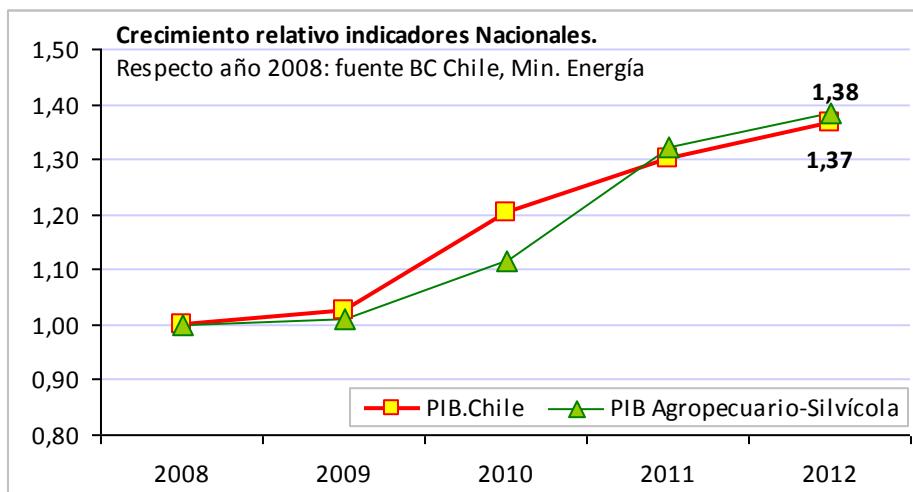


Cuadro. 4.2.1.1.a. Diagrama distribución PIB nominal de Chile. Fuente: Banco Central

Sin embargo el sector no cuenta una meta de producción ni exportaciones para los próximos años, aunque si lleva a cabo iniciativas en los temas de encadenamiento productivo, como inversiones que involucren optimización eficiencia energética.

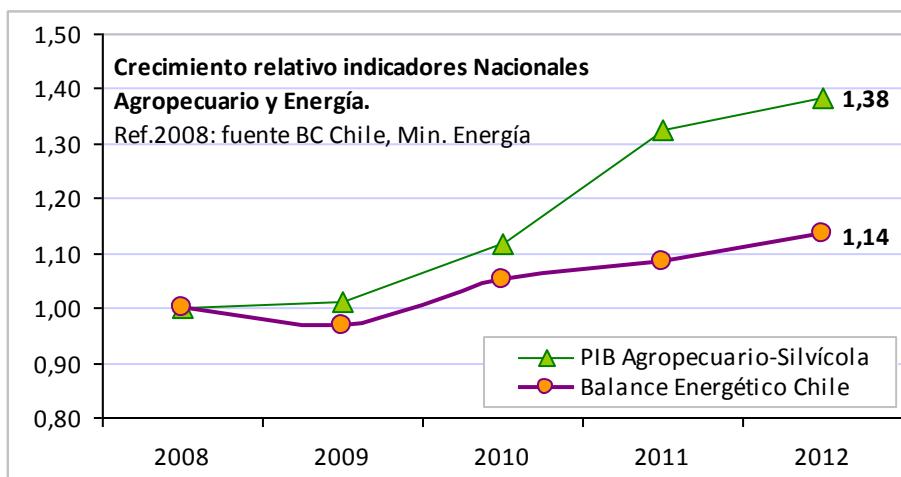
Según análisis de la ODEPA, el límite para el crecimiento de la industria chilena en el concurso internacional estaría dado básicamente por la provisión de materia prima, principalmente frutas y hortalizas, y en forma secundaria por otros factores de producción como agua, mano de obra calificada y la **energía**.

Con respecto al crecimiento del sector, este respecto al año 2008, el sector a sufrido un incremento del 38 puntos porcentuales, esto es 1 punto por sobre el PIB Nominal de Chile. Habla de la fuerte tendencia al crecimiento del sector Agro-pecuario, y el perfil de desarrollo de plan potencia en alimentos para el año 2017.



Cuadro. 4.2.1.1.b. Diagrama crecimiento relativo Sector Agro. Fuente: Banco Central

Si se analiza esta cifra con respecto al crecimiento de la demanda energética BNE, respecto al 2008, esta se diferencia de 38 puntos por sobre 14 de este indicador. Es más, la tendencia productiva del sector agrícola, es mayor a la tasa de incremento de la demanda energética total de Chile.



Cuadro. 4.2.1.1.c. Diagrama crecimiento relativo Sector Agro.

Fuente: Banco Central

4.2.1.2. Caracterización Explotación territorial Agrícola.

Existe una clara distribución de utilización de tierras para uso agrícola. Para entender el contexto productivo es necesario analizar dicha distribución, con el objetivo de identificar factores asociados al consumo de energético. El territorio nacional cuenta con 29,7 millones de hectáreas destinadas al uso de explotaciones productivas, de los cuales 2,04 millones, es decir 6,9% es usado para cultivos, donde se desenvuelve el sector agropecuario.

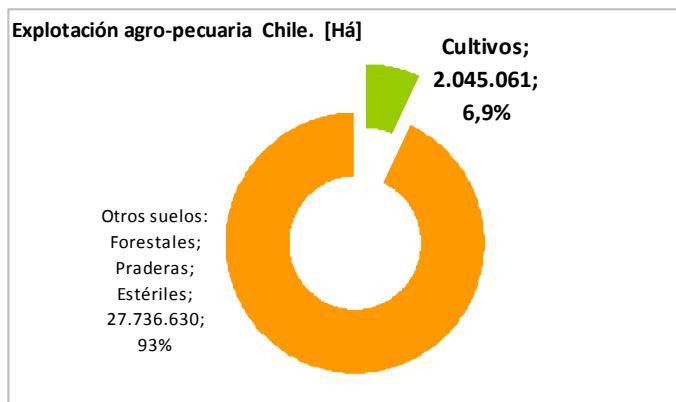


Figura 4.2.1.2.a. Distribución superficie explotada.

Fuente: Censo Agro. 2007

Dicho grupo, desglosado por utilización, consta al año 2007, 1,29 Millones de hectáreas de superficie, para cultivos anuales y permanentes, correspondiente a un 64% del grupo agro-pecuario. En este grupo concentra fuerte grado de tecnificación, demandante creciente y constante de energía, y donde reside la planificación territorial como potencia alimentaría del cono sur.



Figura 4.2.1.2.b. Distribución superficie Agro-pecuario.
Fuente: Censo Agro. 2007

Visto desde el punto de vista por tipo de cultivo, a nivel de superficie, son las forestales como cultivos industriales, los que concentran el 71% de la explotación territorial. Cultivos de la industria de los frutales, hortícola, vitivinícola e invernaderos, ocupan el restante 29%, es decir el grupo de cultivos “permanentes”. Este grupo es de vital interés, ya que territorialmente, están concentrados en zonas donde existe alto grado de tecnificación del riego, es decir, demandan uso eficiente del agua, y por ende, energía, para mantener rangos rentables de productividad (unidad 4.2.1.3).

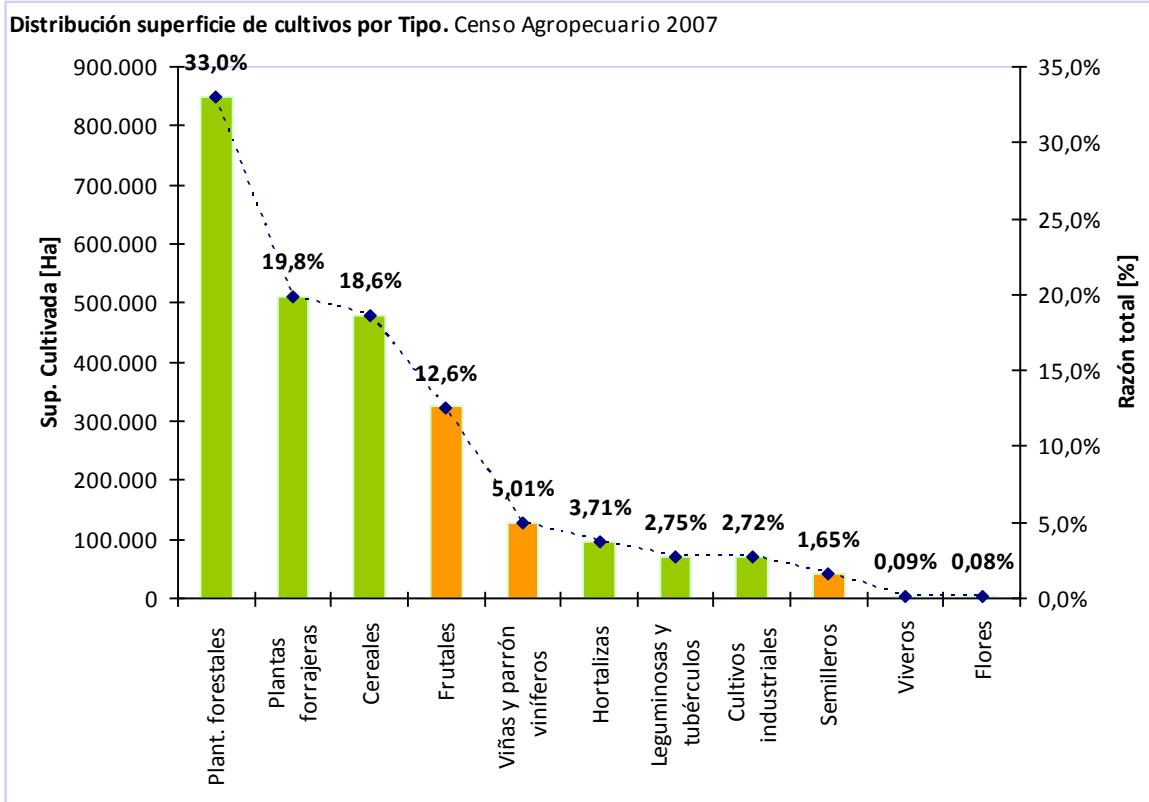


Figura 4.2.1.2.c. Distribución superficie Agro-pecuario por tipo de cultivo.

Fuente: Censo Agro. 2007.

Desglosando este último punto desde la distribución territorial de Chile, el sector de frutales, viñas, hortalizas, semilleros, viveros y flores, cuentan con condiciones adecuadas de clima y agua, en la medida que se concentran en el centro geo-político territorial, es decir la zona central desde la Región de Coquimbo a la región del Bío-Bío.

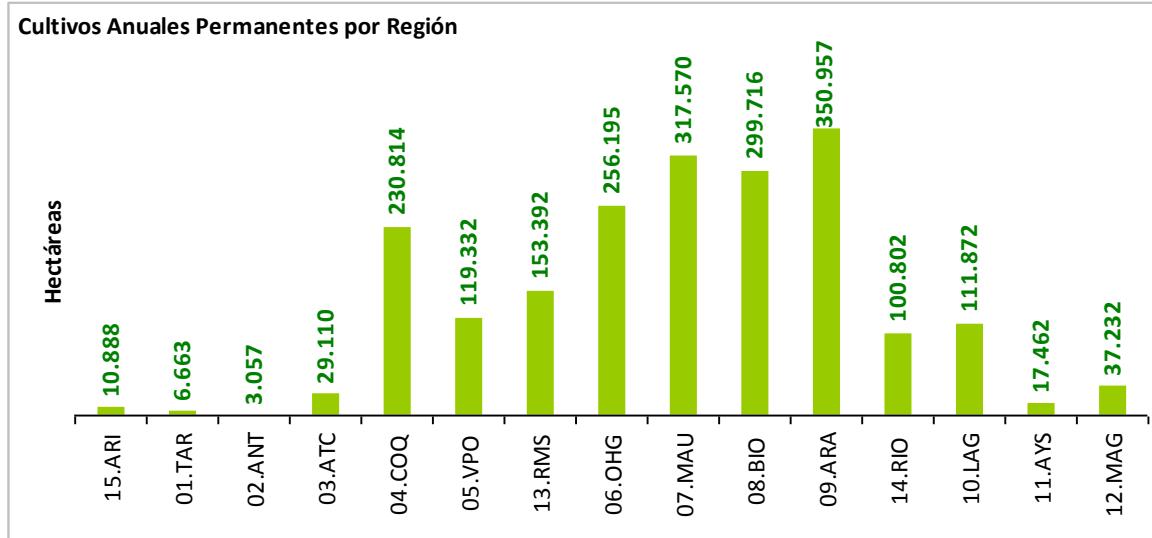


Figura 4.2.1.2.d. Distribución territorial Agro-pecuario. Fuente: Censo Agro. 2007.

En ella, desglosado en el orden de los 80.000 Hectáreas de superficie de explotación, (ver cuadro 4.2.1.2.e), se concentran los frutales, viñas y parrones viníferos, y hortalizas. A su vez con una fuerte distribución en la zona central. En total corresponde al 21,3% de la superficie explotada nacional correspondiente a “cultivos” con más de 549 mil Hectáreas de producción para la industria frutícola, hortícola, vitivinícola y uva de mesa.

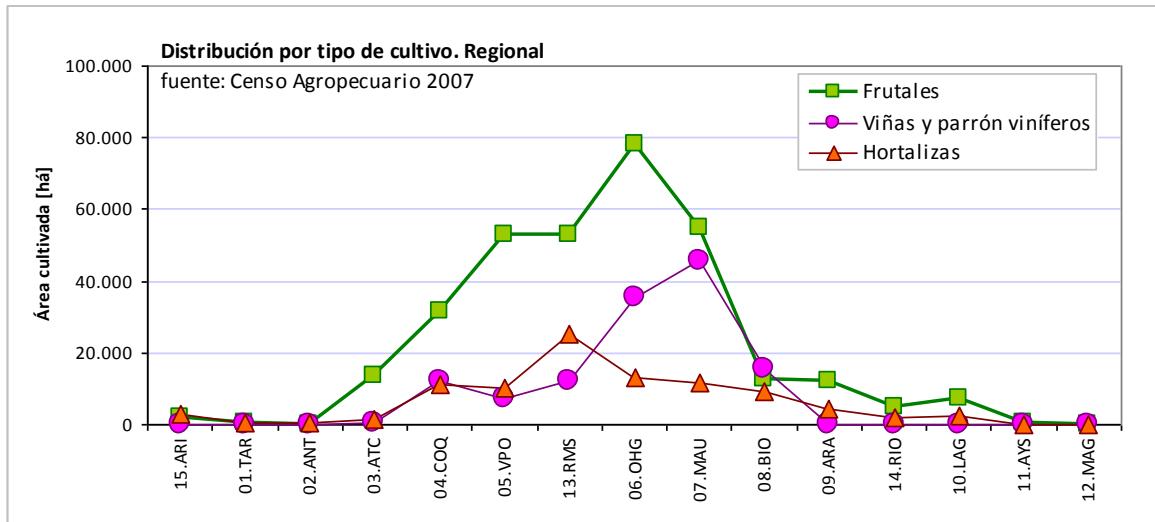


Figura 4.2.1.2.e. Sup. Agro-pecuario por zona y tipo. Fuente: Censo Agropecuario 2007.

En el orden de las 20.000 Hectáreas, está el sector semilleros, cuenta con una distribución centro-sur. Cuentan a su haber con más de **42.400** Hectáreas correspondiente al 1,65% de la superficie destinada a cultivos.

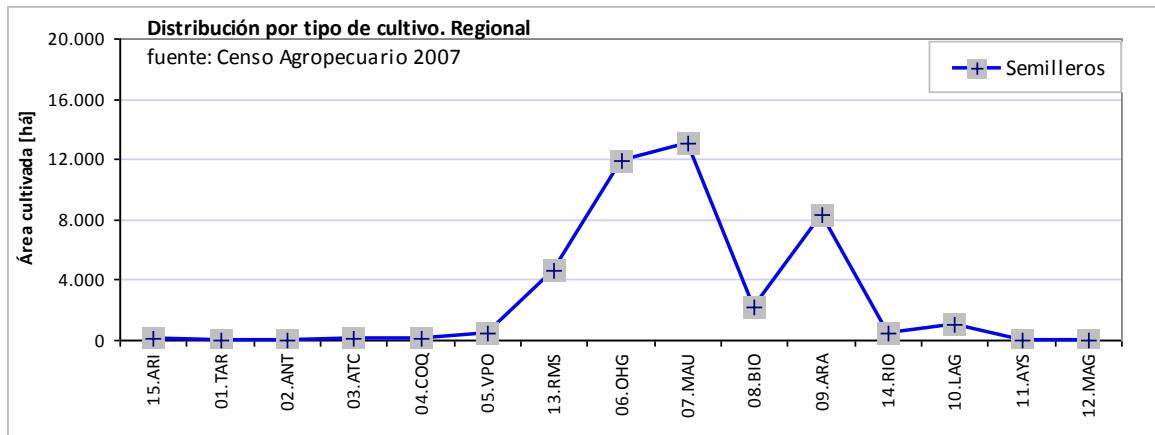


Figura 4.2.1.2.f. Superficie Agro-pecuario por zona y tipo. Fuente: Censo Agropecuario 2007.

Por último, otro grupo interesante desde el punto de vista energético, es el sector de los viveros, y flores, que concentran en la zona centro-norte y la Región metropolitana,

con más de 4.423 Hectáreas, abarcando cerca del 0,17% del total de los 2 Millones de [ha] de superficie nacional usadas en “**cultivos**” (Figura 4.2.1.2.a).

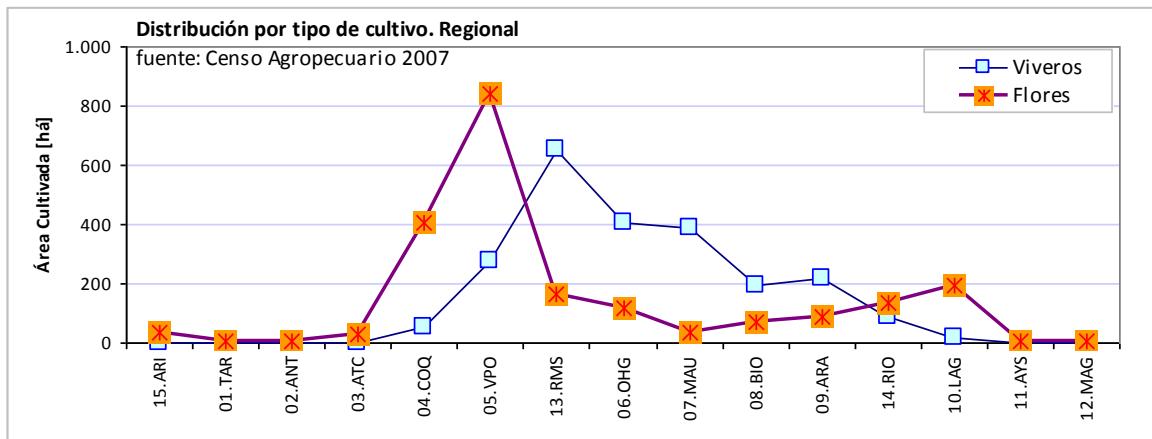


Figura 4.2.1.2.g. Superficie Agro-pecuario por zona y tipo.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

4.2.1.3. Grado de tecnificación Agrícola territorial

Como información complementaria, se propone ahondar en el grado de inserción de tecnología de riego tecnificado. A nivel territorial dicho aspecto cuenta con características como:

- Directa relación en el perfil de consumo energético con enfoque agro-industrial.
- Necesidades de incorporación de métodos tecnológicos de optimización hídrica, y en consecuencia, fuentes energéticas de impulsión.
- Existe una relación territorial en el grado de adopción de tecnologías de riego, con los centros productivos industriales con enfoques de planificación de potencia alimentaria.

Según el último censo realizado en Chile, en el sector agro-pecuario del año 2007, de los 1,09 Millones de hectáreas de cultivos con riego, sólo un 27% cuenta con riego del tipo tecnificado, es decir, demandan tecnologías de impulsión del recurso agua, mediante canalizaciones cerradas para el aporte a cultivos específicos de la industria.

De este 27%, es decir 304.000 Mil Hectáreas, cuentan con riego tecnificado del tipo micro-riego y del tipo mecánico mayor.

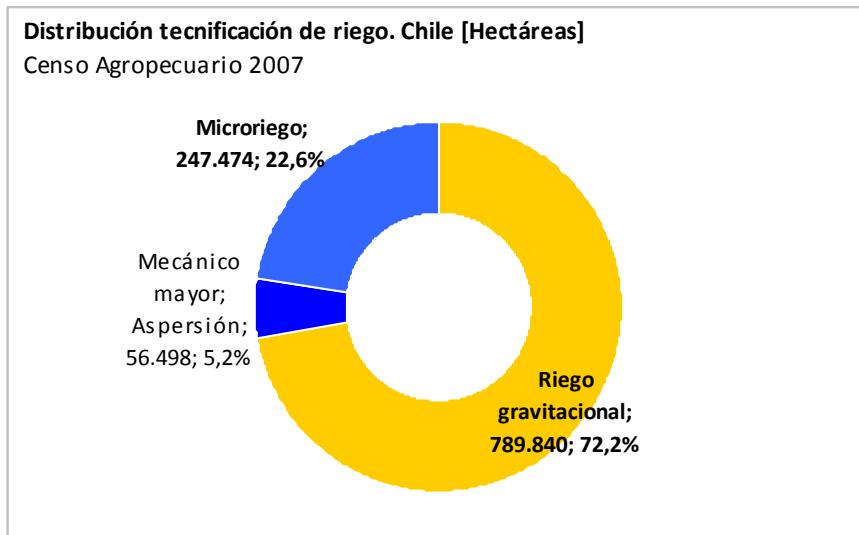


Figura 4.2.1.3.a. Distribución tecnología riego. Fuente: Censo Agro. 2007

Visto desde el punto de vista de distribución territorial, a lo largo de Chile desde la Región de Arica a Magallanes, se ve que existe una concentración de los mismos en la zona central y zona sur, diferenciando 2 grupos. Entre la Región de Coquimbo y el Maule, concentra la mayor parte de riego tecnificado del tipo micro-riego, es decir tecnologías de gotero, micro-jet, micro-aspersores. Y el grupo concentrado entre la Región del Maule y Aysén, donde concentran usuarios de mecanismos de riego tipo “mecánico mayor”. (Figura 4.2.1.3.b).

Dicha distribución está fuertemente caracterizada a razón de los “tipos de cultivo” característicos en cada región, analizados en el punto anterior 4.2.1.2 en la caracterización de la exploración. La tecnificación micro-riego se concentra en las regiones de cultivos de “**Frutales**”, “**Viñas**”, “**Hortalizas**” y “**Semilleros**”, justamente zonas con limitados requerimientos hídricos, costos energéticos incrementales a través de

los años, y cultivos con fuerte inserción pos-cosecha, como procesados para alimentos de mayor valor agregado.

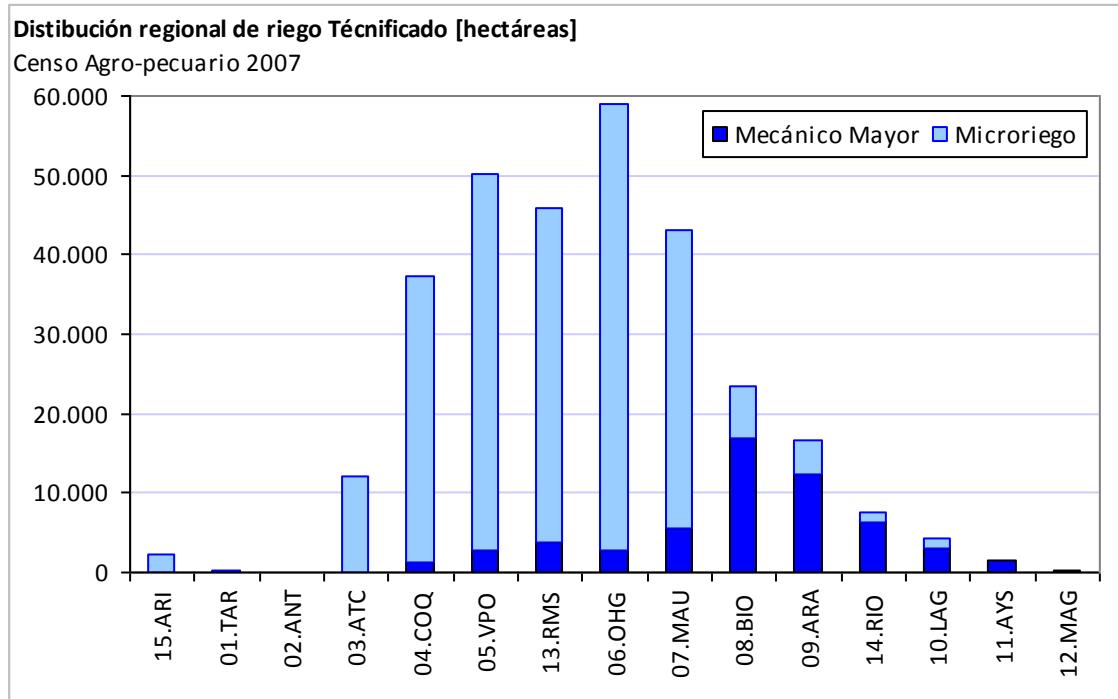


Figura 4.2.1.3.b. Distribución tecnología riego. Fuente: Censo Agro. 2007

Mirando en términos porcentuales de superficie con riego que dispone de sistemas tecnificados, se concentra en la zona sur de Chile, donde la demanda de riego tecnificado es sobre el 90% de la superficie destinada al cultivo, correspondiente a 12.535 [Ha]. En la zona central de Coquimbo a Maule, Valparaíso cuenta con la demanda de riego tecnificado más alto, en términos porcentuales, donde casi el 58% cuenta con tecnología de riego, con 47.300 [ha]. En la región de L.B. O'Higgins, pese a ser la que cuenta en términos absolutos con la mayor superficie de riego tecnificado, con 56.112 [Ha], donde representa sólo el 28% de la superficie total correspondiente a cultivos.

Grado de Tecnificación Regional. Ref. sup total cultivada. Censo Agropecuario 2007

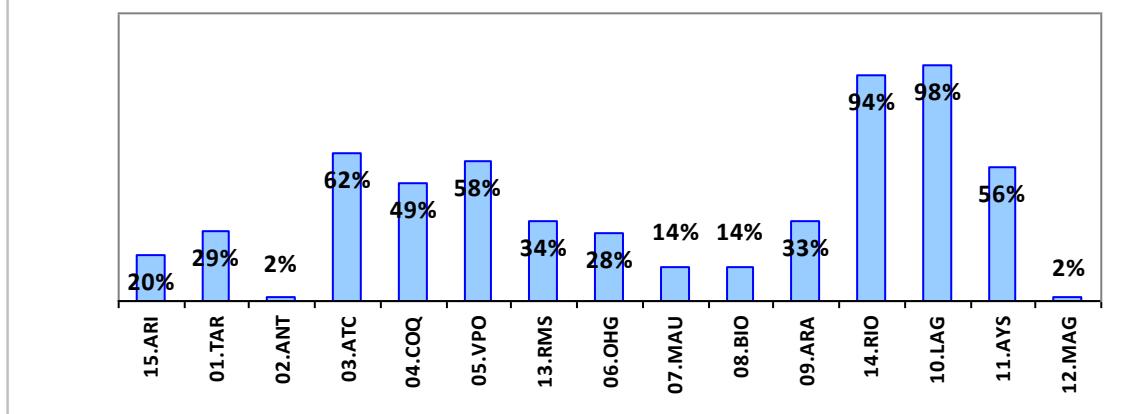


Figura 4.2.1.3.c. Distribución utilización riego. Fuente: Censo Agro. 2007

TOTAL	Riego gravit Mecánico n Microriego		
	789.840	56.498	247.474
15.ARI	8.987	29	2.152
01.TAR	803	25	305
02.ANT	2.250	27	18
03.ATC	7.414	70	12.061
04.COQ	38.432	1.171	36.106
05.VPO	36.016	2.827	47.313
13.RMS	90.890	3.800	42.042
06.OHG	151.791	2.787	56.112
07.MAU	255.855	5.575	37.630
08.BIO	142.942	16.980	6.533
09.ARA	33.227	12.233	4.312
14.RIO	488	6.195	1.434
10.LAG	78	2.953	1.386
11.AYS	1.227	1.488	52
12.MAG	19.440	338	16

Total	Tecnificado
1.093.813	27,8%
11.168	19,5%
1.133	29,2%
2.296	2,0%
19.545	62,1%
75.709	49,2%
86.157	58,2%
136.732	33,5%
210.691	28,0%
299.060	14,4%
166.455	14,1%
49.771	33,2%
8.117	94,0%
4.418	98,2%
2.767	55,7%
19.794	1,8%

Figura 4.2.1.3.d. Tabla utilización riego en Hectáreas. Fuente: Censo Agro. 2007

4.2.3. Principales asociaciones del sector agro.

Adentro de la cadena de valor Agroindustrial, existe niveles de asociatividad con el fin de generar beneficios sectoriales por grupo exportador. La información sobre pertenencia a asociaciones gremiales proporcionada por **172 empresas** señala que 92 de ellas pertenecen a alguna de estas entidades, mayoritariamente a *Chilealimentos* y *Chileoliva*, seguidas por *ASOEX*, *Fedefruta*, *APECS*, *ChileNut*, *Chilean Walnut Commission*, *AsoGourmet*, Cámaras de Comercio de distintas ciudades del país, *AAOCH*, *Avocado Oil*, *Asexma* y otras asociaciones gremiales presentes en los territorios.

Pertenencia a Asociación Gremial	Número de empresas
Asociación de Empresas de Alimentos de Chile, Chile Alimentos	36
Asociación de Productores de Aceite de Oliva, Chileoliva	21
Asociación de Exportadores de Chile A.G., ASOEX	11
Federación de Productores de Fruta de Chile A.G., Fedefruta	6
Asociación de Procesadores y Exportadores de Ciruelas Secas de Chile A.G APECS	8
Asociación de Productores y Exportadores de Nueces de Chile, ChileNut	5
Chilean Walnut Commission	5
Cámara de Comercio de Santiago	4
AsoGourmet	3
Otro**	13
Total	92*

Figura 4.2.3. a. Tabla de principales asociaciones Chilenas.
Fuente: Catastro de La Industria Hortofrutícola 2012. ODEPA

4.2.5. Agentes e Instrumentos públicos de fomento agrícola.

En el país, existen diversas fuentes beneficios estatales, enfocados al fomento productivo de las mismas, alineados a los ejes estratégicos nacionales en innovación, prospección de mercados, inversión y capacitación. Los instrumentos públicos de fomento disponibles, en los últimos cinco años, según datos proporcionados por 173 empresas, cada una de las cuales naturalmente puede haber utilizado más de un instrumento.

Uso de instrumentos del Estado (en los últimos 5 años)	Número de empresas
CORFO- Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP)	20
CORFO – Fondo de Asistencia Técnica (FAT)	4
CORFO – Acuerdo de Producción Limpia (APL)	10
CORFO – Fomento a la Calidad (FOCAL)	7
CORFO - Innova Chile	19
CORFO - Otro instrumento	34
SAG - Fondo Patrimonio Fitosanitario	2
SAG - Programa de Recuperación de Suelos Degrados	0
SAG – Otro instrumento	10
ProChile - Fondo de Promoción de Exportaciones	22
ProChile - Participación en Ferias	42
ProChile – Otro instrumento	7
SENCE - Franquicia Tributaria para Capacitación	84
SENCE - Precontrato de Capacitación	4
SENCE - Certificación de Competencias Laborales	9
SENCE – Otro instrumento	6
CONICYT - Atracción de Capital Humano Avanzado	0
CONICYT - Centros Regionales	0
CONICYT - FONDEF	1
CONICYT – Otro instrumento	1
FIA - Proyectos de Innovación	5
FIA - Programas de Innovación Territorial	1
FIA - Giras	4
FIA - Consultorías	1
FIA – Otro instrumento	0

Figura 4.2.4. a. Instrumentos estatales.

Fuente: Catastro de La Industria Hortofrutícola 2012. ODEPA

Si se considera el total de menciones hechas por las empresas (293 menciones), se puede observar que los instrumentos más ampliamente utilizados son la Franquicia Tributaria para Capacitación de SENCE (28,7% del total de menciones), la Participación en Ferias de Prochile (14,3%), instrumentos de CORFO distintos de los identificados en el cuadro (11,6%), Fondo de Promoción de Exportaciones de Prochile (7,5%), Programa de Desarrollo de Proveedores de CORFO (6,8%) e instrumentos de Innova Chile de CORFO (6,5%).

4.2.4. Crecimiento agro-industrial Chile

Habiendo analizado el aspecto productivo a nivel de superficie cultivada e inserción de tecnologías de riego, resulta importante analizar territorial y cronológicamente, de cómo estos últimos están relacionados con la “capacidad instalada” de procesamiento de los mismos, es decir industrial relacionadas a la agro-industria. Estas se clasifican en 4 grandes grupos ACEITE, CONGELADOS, CONSERVAS, DESHIDRATADOS y JUGOS. Abarca lo que sería la industria de los alimentos “PROCESADOS”, resultando un sector particularmente interesados en la optimización de sus recursos, sobre todo el tema ENERGÉTICO, uno de las grandes preocupaciones de este sub-sector, por sus costos incrementales en el corto plazo, y barreras comerciales impuestas en relación a alimentos relacionados a procesos amigables al ambiente, con un “sello verde” certificable.

El catastro ODEPA 2012 realizado a la agroindustria hortofrutícola permitió identificar la existencia de 246 plantas procesadoras en el país, incluyendo 43 de aceites, 47 de congelados, 50 de conservas, 85 de deshidratados y 21 de jugos. Estas plantas se localizan en la Región de Arica y Parinacota y desde la Región de Atacama hasta la Región de Los Lagos. Más de un 25% de ellas (62 plantas) se ubican en la Región Metropolitana, un 22% (55 plantas) en la Región del Maule y un 16% en la Región de Valparaíso y en la Región de O’Higgins (39 plantas en cada caso).

Esta concentración cuenta con una distribución está relacionado al patrón expuesto en la unidad de “caracterización de cultivos” y el grado de tecnificación. Es decir, las plantas de procesados de alimentos se encuentran en las regiones con algo grado de tecnificación para el cultivo de productos relacionados a los alimentos procesados, ya sea en conservas, congelados, deshidratados y para aceites.

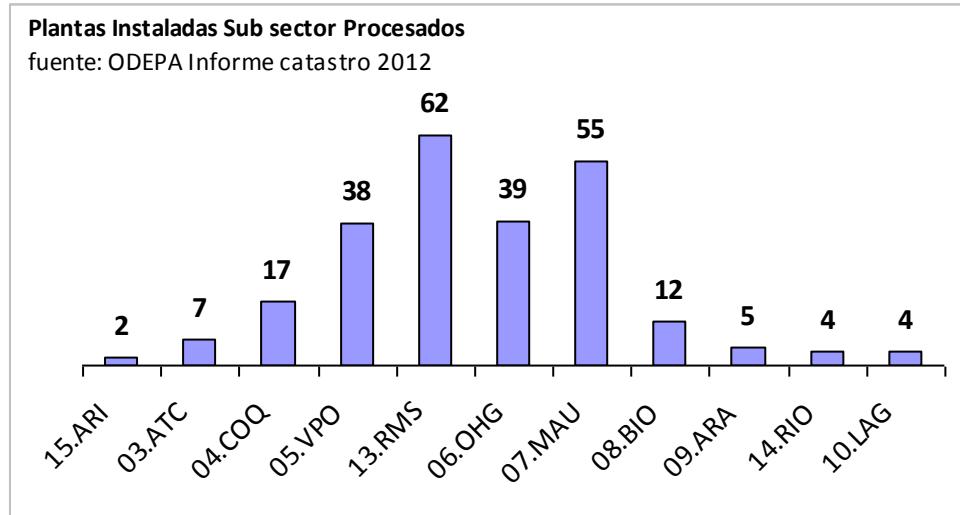


Figura. 4.2.4.a Catastro territorial de plantas instaladas. Fuente ODEPA 2012

Existe una evaluación del consumo energético de dichas empresas, de este total, en el marco del estudio de la ODEPA del 2012, fueron encuestadas un total de **219** plantas, incluyendo 43 de aceites, 45 de congelados, 42 de conservas, 68 de deshidratados y 21 de jugos.



Figura. 4.2.4.b Catastro territorial de plantas encuestadas. Fuente: Estudio Catastro Agro-industrial. Fuente : ODEPA 2012

Por sub-sectores, se observa que las plantas de aceites se localizan principalmente en las regiones de O'Higgins (10 plantas) y Valparaíso y el Maule (8 plantas en cada caso). Las plantas de congelados se concentran muy mayoritariamente en la Región del Maule, donde existen 20 plantas de un total de 47. Las plantas de conservas se ubican en las regiones del Maule (12 plantas) y Valparaíso y Metropolitana (9 plantas en cada caso), principalmente.

Las plantas de deshidratados son más numerosas en las regiones Metropolitana (32), de Valparaíso (20 plantas) y de O'Higgins (17 plantas). En el caso de los jugos, las plantas productoras son más numerosas en las regiones del Maule (7 plantas) y Metropolitana (5 plantas).

cod.	Región	Número de plantas: Catastro TOTAL					
		Aceites	Congelados	Conservas	Deshidratados	Jugos	TOTAL
TOTAL		43	46	50	85	21	245
15.ARI	XV de Arica y Parinacota	0	0	2	0	0	2
03.ATC	III de Atacama	3	0	4	0	0	7
04.COQ	IV de Coquimbo	6	0	7	1	3	17
05.VPO	V de Valparaíso	8	0	9	20	1	38
13.RMS	R. Metropolitana	7	9	9	32	5	62
06.OHG	VI de O'Higgins	10	6	3	17	3	39
07.MAU	VII del Maule	8	20	12	8	7	55
08.BIO	VIII del Bío Bío	1	5	3	3	0	12
09.ARA	IX de La Araucanía	0	2	1	2	0	5
14.RIO	XIV de Los Ríos	0	2	0	1	1	4
10.LAG	X de Los Lagos	0	2	0	1	1	4

fuente: Catastro Agroindustrial 2011 ODEPA

Figura. 4.2.4.c. Tabla territorial de plantas instaladas. Fuente: Catastro ODEPA 2012

Con los datos recabados del **año de inicio** de operación de las plantas agro-industriales, realizada a un universo de 191 empresas de los 219 encuestados en el catastro Agro-industrial ODEPA del 2012 (28 sin información), es posible realizar un

cuadro cronológico de las plantas instaladas a lo largo de una década, entre los años 2010 y 2011.

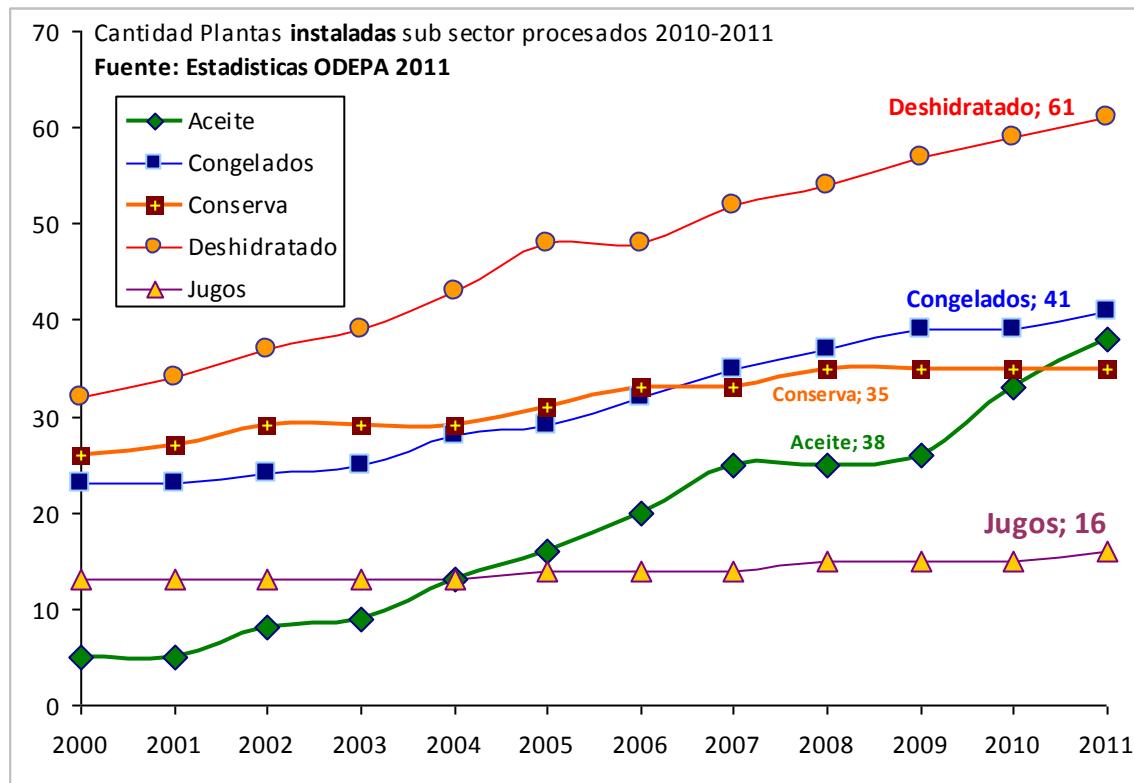


Figura. 4.2.4.d. Cronología de plantas instaladas. Fuente: ODEPA 2012. Elab .Propia

El cuadro indica a su vez esta información para cada uno de los sub-sectores que componen esta industria. Puede verificarse, por ejemplo, que el sub-sector de elaboración de aceites es de reciente desarrollo. Uno de los sectores de mayor crecimiento de el deshidratado, duplicando la cantidad de plantas instaladas en 10 años , que con productos con mayor valor agregado por kilogramo vendido, en una de los polos objetivos de consumo energético. Por el otro lado, los jugos se han mantenido constantes los últimos 10 años. Cabe destacar que tanto la industria de los congelados, conservas y aceites, han tenido una tendencia creciente.

4.3. Perfil demanda energética del sector.

Es necesario recabar sobre como se utiliza la energía y como la inserción de propuestas de implementación de tecnología ERNC como alternativa viable de implementación técnica y comercial. Cabe destacar que la evaluación de la matriz energética del sector, se encuentra agrupado en el sector “INDUSTRIAS VARIAS” del Balance Nacional de Energía, por ende es necesario recabar información por diversas instituciones en un muestreo enfocado a la Agro-industria de los “Alimentos procesados”, de los cuales se refiere el presente informe;

- Uso Finales de la Energía en el sector Industrial y Minero de Chile; Estudio Ministerio de Energía CIE-UTFSM, del año 2010. Encuesta a 37 empresas de diversos sectores.
- Catastro Agro-industria Hortofrutícola; Realizado por la ODEPA el año 2012. Mediante encuesta a 219 empresa del rubro de los alimentos procesados.
- Referencias datos estadísticos del Balance Nacional de Energía del Ministerio de Energía , del año 2008 al 2012

4.3.1. Caracterización uso energético del sector.

Retomando las razones de incremento de la demanda (Cuadro. 4.2.1.1.c), la razón de crecimiento del sector Agropecuario, alza sobre 38 puntos por sobre los 14 de lo que sería el crecimiento respectivo de la demanda energética de chile desde el año 2008. Es decir la tasa de crecimiento del producto interno bruto del sector, supera al de la demanda nacional.

Desglosando el termino, desde la esfera del total nacional, existe una demanda del tipo “eléctrica”, es decir, del consumo de la red, que se a diferenciado desde la del “no eléctrica”, es decir, fuera de la red, utilizando diversas fuentes de consumo energético, como combustibles derivados del petróleo, carbón y fuentes renovables. Cabe destacar el año 2010, año del Terremoto de Febrero, que afectó la zona central y sur, generó un cambio las curvas de tendencia la demanda de ambas, respecto del crecimiento relativo del año 2008. El consumo eléctrico, mermó su crecimiento en post de tecnologías que permitan descolgar de la “red”, y generen un factor de mayor autosuficiencia, característica que permiten sistemas del tipo “no eléctrico” para la generación de energía (térmico). Ya para el año 2012, la tendencia comenzó a regularizar debido al alto costos del funcionamiento de estos. Sin embargo esto dejó un precedente para la industria chilena el de la diversificación de la forma de obtención de energía para sus procesos.

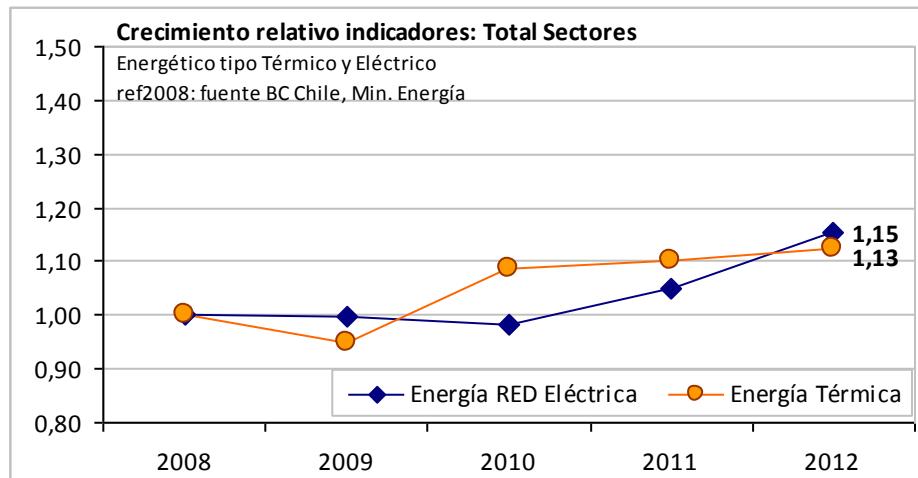


Figura 4.2.1.a. Índice de crecimiento de demanda energética. Fuente: BNE 2012

Este salto de demanda energética “fuera de la red” se ha mantenido constante los últimos 3 años desde el 2010, en tanto el crecimiento energético demandado de la red a experimentado un fuerte crecimiento, donde el año 2011 y 2012, a experimentado crecimiento del 7,5% promedio anuales.

Sobre el Sector “Industrias Varias”

Ahondando en términos de la BNE 2012, el sector de interés del estudio, “Industrias Varias”, cuenta con una diversificación energética acotada principalmente a fuentes del tipo eléctrico, correspondiente al 31%, y en mayor medida de fuentes del tipo de Derivados del petróleo, con un 45%. Del tipo renovables, la leña y biomasa abarcan aporte de 3.500 Tera-Calorías con el 13,1%, y en menor medida la energía solar, con algo más de 8 Tera-Calorías de aporte, esto es un 0,03% de la demanda energética del sector “Industrias Varias”, la cuál demanda a su haber 26.770 Tera-calorías en el año 2012.

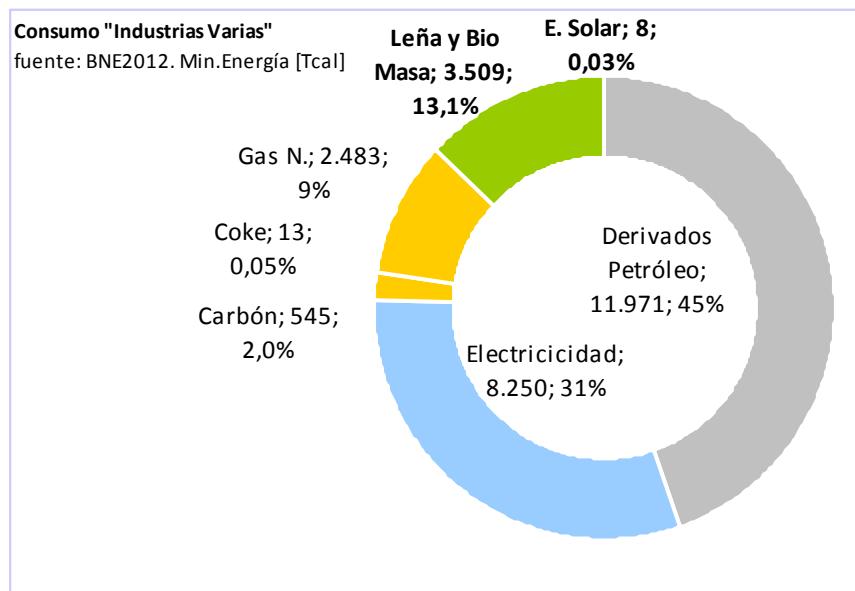
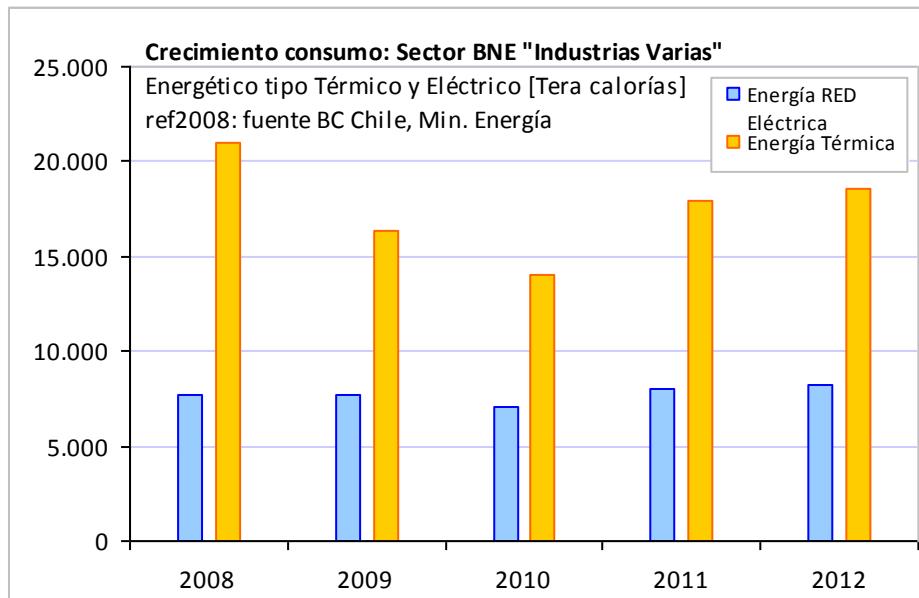


Figura 4.2.1.b. Matriz energética sector “Industrias Varias”. Fuente BNE.2012.

Las fuentes de energía del tipo renovable encuentran un nicho que abordar, donde la demanda energética del tipo eléctrica como térmica, dependa de factor de independencia de la razón de crecimiento de los costos energéticos convencionales y barreras comerciales que favorecen mercados de los países desarrollados. En lo que respecta a las tendencias de la demanda energía eléctrica desde la red y “fuera de la red” (térmica). Es el del tipo eléctrico que a sufrido una tendencia al alza, respecto a la demanda de la red desde el año 2008, con un alza de 7% respecto a este año (figura 4.2.1.c) . En la misma razón pero en forma decreciente la demanda del tipo “no eléctrica” o fuente “térmica”, a decrecido en 12% respecto el mismo año. Otro punto a destacar que el año 2010, donde Chile tuvo una tendencia a “reemplazar” energía eléctrica de red por una fuente del tipo térmica, el sector industrias no sucedió esto último, no en el mismo grado al menos. La fuente de red eléctrica decreció en 9% y la térmica en y en un 33% respecto al 2008, sufrió el 2011 un alza que se mantuvo en menor grado 2012, de la demanda energética.



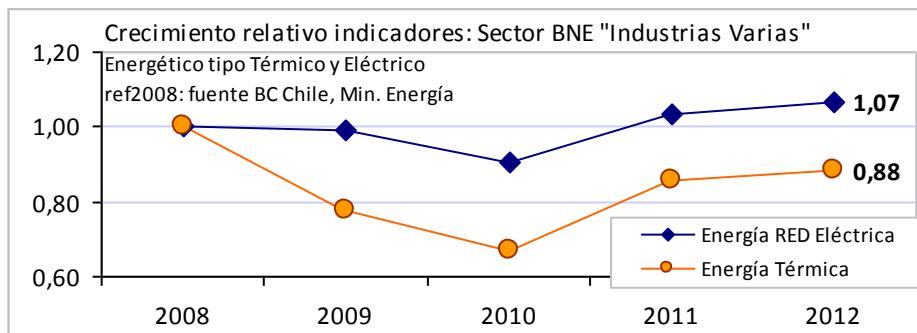


Figura 4.2.1.c. Consumo energético “Industrias Varias”. Fuente BNE.2012.

Con el catastro del año 2010 sobre “Usos finales y curva de oferta de conservación de la energía del sector Industrial y Minero” del Ministerio de energía, es posible estimar el desglose de Industrias Varias, en grupos de interés denominados “Agro Pulpa” y Agro Frío”. Estos términos concentran los sub-sectores relacionados a los frigoríficos e industrias hortofrutícola ligados a los congelados, y los sectores relacionados al sector de Conservero, Jugos y deshidratados.

En estos grupos, en enfoque a Pulpa, considera fuertes consumo en el aspecto térmico, y en menor grado el consumo energético eléctrico, sumando en total una demanda anual de 4042 [Tcal] estimadas donde un 80% es demanda correspondiente al consumo térmico. En menor grado el agro dedicado al frío que con un consumo total estimado de 786 [Tcal] , de los cuales el 36% corresponde a demanda térmica, con **310 [Tcal]** y **476 [Tcal]** a demanda eléctrica correspondiente al 64% del mismo

Perfil de consumo energético sub-sector Procesados [TeraCalorías]:
fuente: Usos Finales Energía en el Sector Industrial y Min. De Chile
2010. Achee



Agro frío; 476

Agro Pulpa;
815

E. Eléctrica

Figura 4.2.1.d. Consumo energético. Mine 2010.

	Total [Tcal/año]	E.Térmica	E. Eléctrica	% Térmico	% Eléctrico
BNE2012	101.214	65.763	35.450	65%	35%
Encuestas 2010	85.167	39.996	45.171	47%	53%
Agro Pulpa	4.042	3.227	815	80%	20%
Agro frío	786	310	476	39%	61%
Láctea	3.646	2.378	1.268	65%	35%
Harina	523	254	269	48%	52%
Vitivinícola	580	127	453	22%	78%

Figura 4.2.1.e. Consumo energético por tipo. Elaboración Propia.

4.3.2. Caracterización del consumo energético sub-sectores

El informe de la ODEPA permite desglosar aún más, por sub-sector, sobre la caracterización de la demanda energética. En este caso la encuesta de 219 empresas el año 2011, se focaliza en la demanda de energía del tipo “eléctrica”, para el funcionamiento de las planta de procesados de alimentos clasificados en sectores de Congelados, Jugos, deshidratados, Conserva y Aceites.

Analizando los estudios del informe ODEPA del sector agro-industrial, se puede desglosar desde el punto de vista de los **consumos totales y los consumos promedios**.

Considerando los consumos **netos** por sub-sector de las 219 plantas, 45% corresponde al sector de congelados, 24% al sector conservero, 18% el deshidratado y en menor medida, el sector de aceites.

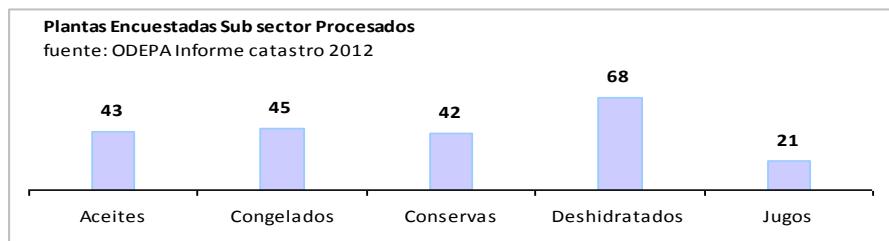
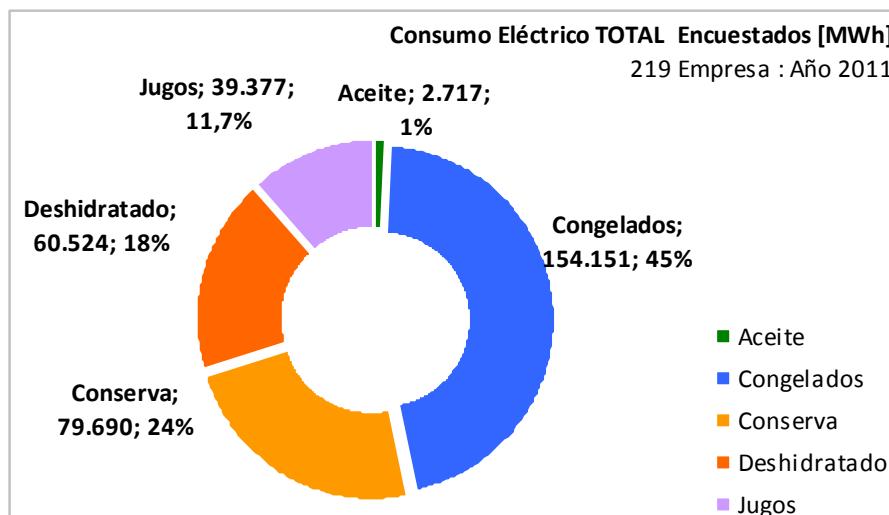


Figura 4.3.2.a. Consumo TOTAL eléctrico por sub-sector procesados

Si observamos desde un punto de vista “individual por empresa”, considerando un **promedio simple** de los consumos totales eléctricos de las 219 empresa encuestadas, por la cantidad de planta, obtenemos el consumo medio de energía eléctrica. En el universo de la encuesta, evaluado en Mega Watt-Hora por año, los congelados en promedio resultan el principal demandante de energía eléctrica en el orden de los 3.400[MWh/año], seguido por conservas y jugos con un consumo promedio de alrededor de 1.800 [MWh/Año], en menor grado el sector de Deshidratados con 890 [MWh/año] y por último el sector de aceites con sólo 63[MWh/año] promedio

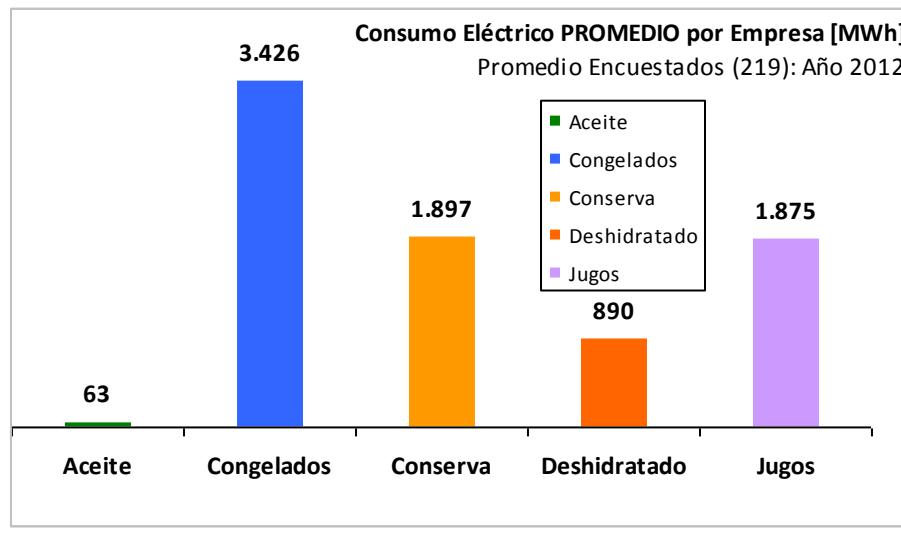


Figura 4.3.2.b. Consumo promedio eléctrico por sub-sector procesados

En el sector existe un alto factor de estacionalidad, es decir, el consumo no es homogéneo a lo largo del año, concentrando productividad y consumo en fechas asociadas a las cosechas. Esto responde en parte la concentración de las plantas de

procesamiento, en zonas de alta productividad agrícola, ligado a la la industria frutícola y hortícola del pais. Los cortos plazos de respuesta, requieren focalización e industrialización necesarias para responder a los requerimientos del mercado.

Para los 219, el consumo total se dispara de 27,7 [Mwh/mes] a un total de 53,98 [MWh/mes], en los últimos meses estivales de marzo y abril, descendiendo a 14,29 [MWh/mes] para septiembre. Esto se debe que está fuertemente a las cosechas de productos agrícolas necesario para la producción de conservas, jugos, congelados y deshidratados. Esta estacionalidad pone a prueba la capacidad de la empresas en planificar los requerimientos energéticos y cuenta con amplia justificación de soportes que permitan suprir las alzas de los mismo, concentrados en fechas criticas del procesamiento.

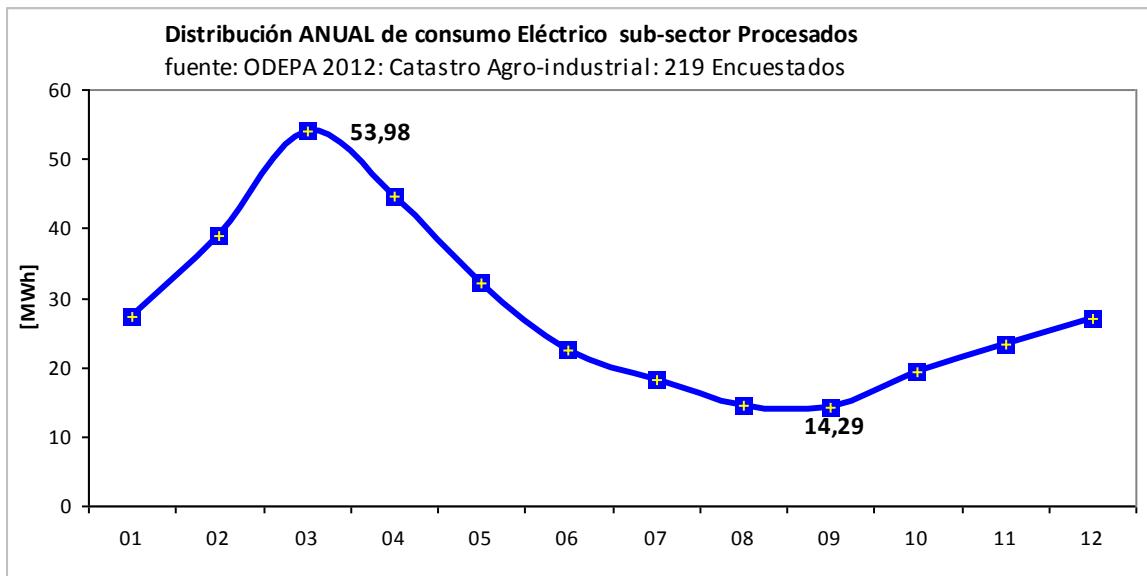


Figura 4.3.2.c. Consumo eléctrico total anual encuestados. ODEPA Datos 2011

Desglosando aún más la terminología anterior, sobre consumos por sector durante el año, en promedio por planta, la industria conservera aporta fuertemente al carácter estacional del sector de procesados (ver cuadro 4.2.2.d), concentra el consumo con hasta un peak de 513[MWh/Mes/Planta] en los meses de marzo, manteniendo un alto consumo hasta abril para un decrecimiento parcial a lo largo del año.

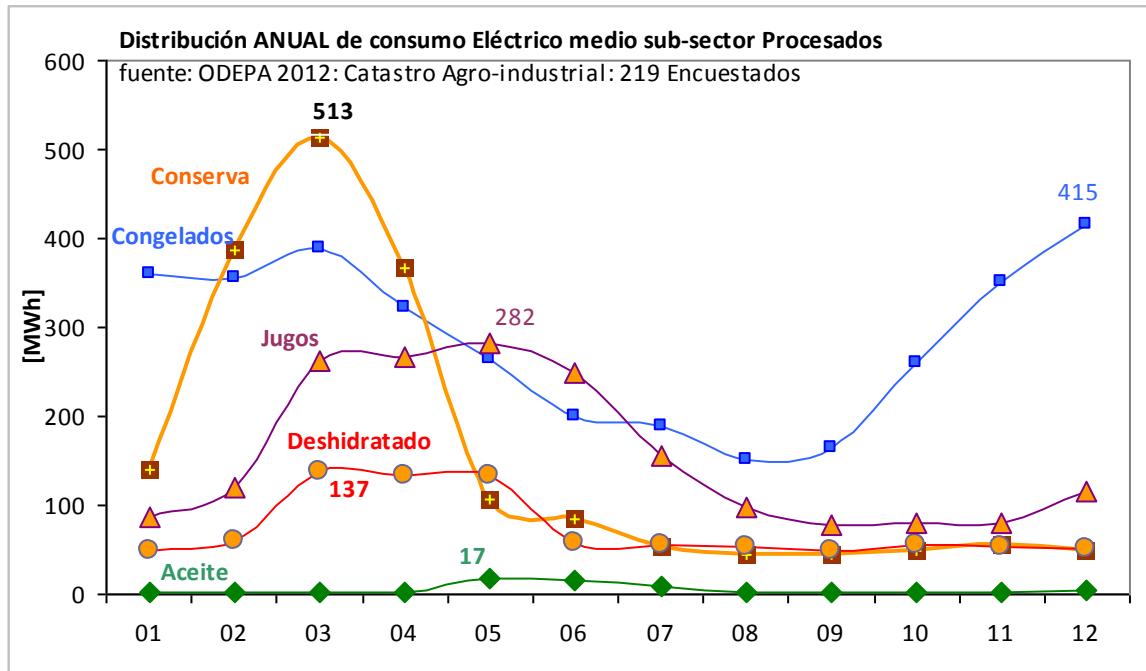


Figura 4.3.2.d. Consumo eléctrico total anual encuestados. ODEPA Encuesta HortoFrutícola datos 2011

En distintos grados y períodos (aún así, concentrado en el primer semestre como consumo intensivo), los congelados, jugos, deshidratados, que en los meses estivales y otoñales presentan un alza del consumo energético medio por planta, 414 [MWh/Mes/Planta] en diciembre en el caso de los congelados. en los jugos entre los meses de marzo y mayo en el orden de los 280 [MWh/Mes/Planta], Los deshidratados en los meses de marzo, abril y mayo con 130 [MWh/Mes/Planta] y por último el de menos consumo, la industria de los procesados de aceites con un peak de 16,8 [MWh/Mes/Planta].

4.3.3. Adopción de planes de optimización energética

En la encuesta de 219 realizado por la ODEPA el año 2012, solo un 37,4% de las plantas de esta industria cuentan con programas de mejoramiento de eficiencia energética en marcha, y un 19,2% reutilizan residuos del proceso para la generación de energía (por ejemplo, calderas de cuellos de carozos y aceitunas). Cabe destacar a las plantas procesadoras de jugo, de las cuales más de un 70% ejecutan programas de mejoramiento de la eficiencia energética.(ver tabla).

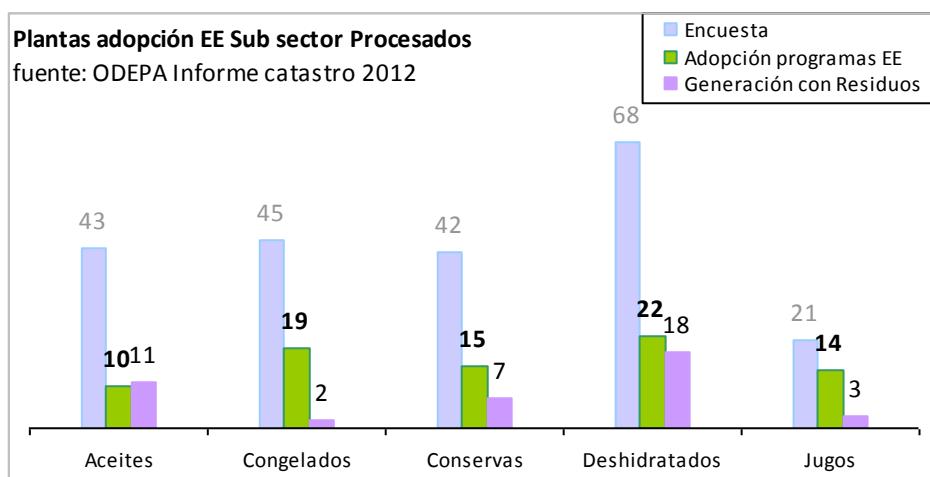


Figura. 4.3.3.a. Adopción de medidas EE y manejo de residuos. Catastro ODEPA 2012

Tipo de Programa	Aceite		Congelados		Conservas		Deshidratados		Jugos		Total	
	Nº plantas	%	Nº plantas	%	Nº plantas	%	Nº plantas	%	Nº plantas	%	Nº plantas	%
Programas de Mejoramiento Eficiencia Energética	10	26,3	19	42,2	15	35,7	22	32,4	14	71,4	80	37,4
Reutilización residuos para generación energética	11	28,9	2	4,4	7	16,7	18	26,5	3	14,3	41	19,2

Figura. 4.3.3.b. Tabla Adopción de medidas EE y generación E con residuos. Catastro ODEPA 2012

4.4. Sensibilización Aporte ERNC objetivos.

En esta unidad se realizará el la sensibilización de la implementación de módulos de aporte energético solar tipo térmico y aplicaciones eléctricas, esto del orden de 100kW, en una distribución asignada a la agro-industria del procesado de alimentos, demandante de ambos tipos de tecnología. Para la evaluación económica se evaluará los 100kW nominales de capacidad instalada, compuesta por módulos fraccionables (escalamiento), con una distribución que será sensibilizada en rango de 10 a 100kW nominales en quintiles y de cómo esta implementación aporta a la energía demanda por el sector objetivo.

4.4.1. Metodología Sensibilización

Para la evaluación de las propuestas en energías renovables aplicados a los casos solar térmico para agua caliente y solar fotovoltaica:

- I. Determinación de los componentes del módulo ERNC necesario para satisfacer los requerimientos de un mínimo nominal.
- II. Escalamiento de costos necesario para la evaluación de una instalación nominal de **100kW**. El proyecto constará con costos que involucren estimación de costos de implementación, evaluación profesional, ingeniería, costos de mantenimiento y repuestos, mantenimiento anual y contingencia (emergencias).
- III. Se caracteriza la zona climática en función del reglamento técnico de la ley Nch20.365, sobre contribución mensual mínima requerido en ciertas zonas, determinadas por nivel aporte en irradiación anual por cada metro cuadrado. Bajo este concepto se seleccionará datos meteorológicos de la zona caracterizada (software RETscreen) y se realizará evaluación de aportes energéticos del mismo.
- IV. Evaluación de rentabilidad por zona climática, retorno de la inversión, TIR, VPN.

- V. Sensibilización y evaluación del riesgo de factores de mercado como el precio por el costo de energía de suplemento (caso solar térmico costo GLP, caso fotovoltaico, costo de MWh de la red).
- VI. Con los resultados de aportes energéticos medios de los módulos en las diversas zonas, se evalúa la distribución en quintiles de 239 empresas productoras agro-alimentos de soluciones que abarquen soluciones energéticas de 10 a 100kW nominales tipo solar térmica Y solar fotovoltaica.
- VII. Evaluación del aporte energético propuesta ERNC de 100kW.

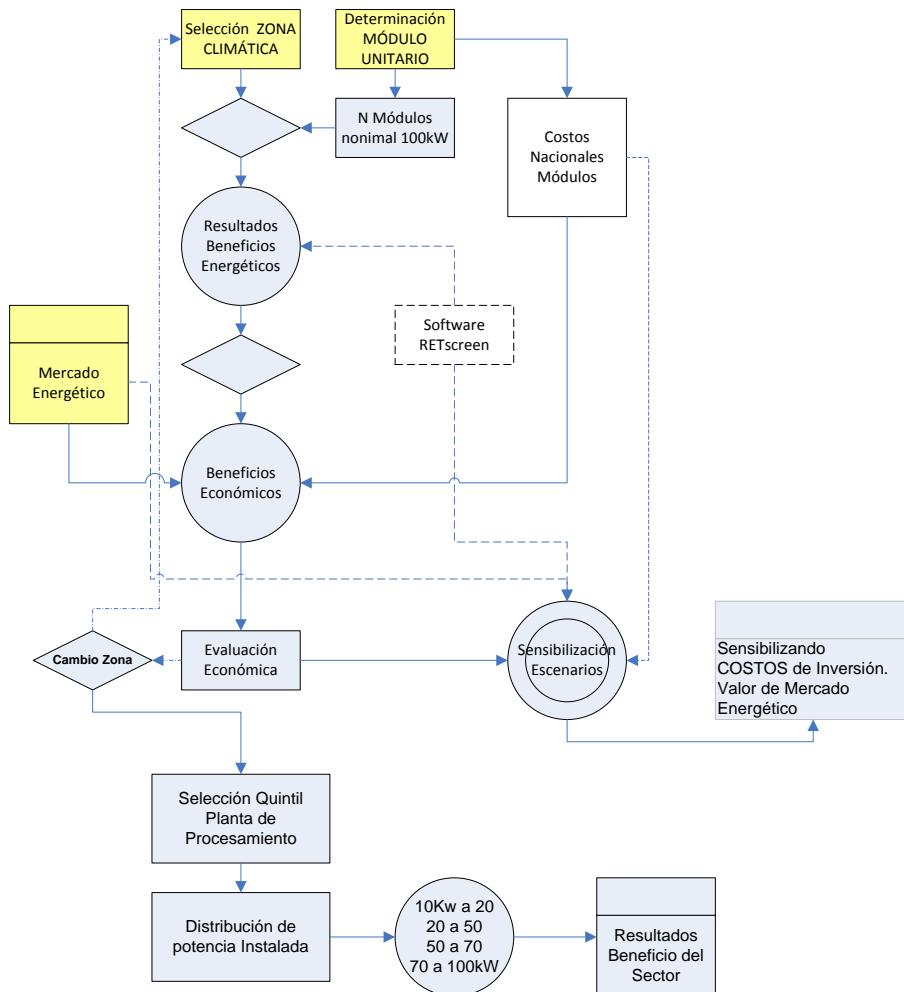


Figura. 4.1.1. Diagrama metodología evaluación ERNC 100kW**4.4.2. Prospección aplicaciones sectoriales**

El sector agro-industrial de procesado de alimentos, resulta un nicho a abordar para la incorporación de soluciones energéticas del tipo renovables, también cuenta con suficiente información para ahondar el impacto en una potencia implantación (nueva o adicional) de propuesta energéticas ERNC para al sector. Para la consolidación de los se puede caracterizar el consumo del sector.

4.4.2.1. Prospección aplicaciones sectoriales**Frutas Cultivos permanentes**

Eléctrica	Demanda principalmente para el riego. Ya que la mayoría de las bombas de riego son eléctricas.
Térmica	Aplicaciones térmicas, uso para las cámaras de enfriamiento que se necesitan antes de embalar la fruta.

Hortalizas

Eléctrica	Uso para las bombas de agua de riego, pero también para la ventilación y refrigeración del almacenaje.
Térmica	Calefacción de invernaderos y para el almacenamiento de las mismas

Cultivos Industriales

Eléctrica	Molienda donde se procesan los cereales y en las industrias procesadoras de remolachas, papas, etc.
Térmica	Es utilizada en procesos como el secado del arroz, ya que éste contiene un gran porcentaje de humedad al ser cosechado, por lo que la industria lo debe secar.

Vitivinícola

Eléctrica	Usos en molienda, líneas de transporte, embotellado, etc. Junto con lo anterior, la electricidad utilizada en el bombeo de aguas de pozos tanto para riego como para la producción del vino es primordial.
Térmica	Procesos de limpieza y esterilización de materiales. Además, juega un rol importante en el mantenimiento de temperatura de las bodegas de almacenaje.

Alimentos agrícolas Procesados

Eléctrica	Refrigeración, embalaje, almacenaje, etc. Además gran parte de las plantas procesadoras trabajan con pozos de agua para sus procesos, por lo que las bombas tanto solares como eólicas serían muy útiles.
Térmica	Cocción, deshidratado y calentamiento de agua, entre otros. Por ejemplo, en el caso de las conservas se necesita energía térmica para la cocción, y en aceites se utiliza agua caliente en el proceso de batido.

Viveros, semillas, flores

Eléctrica	Bombas de riego y para los equipos de temperatura y procesamiento dentro de la cadena productiva.
Térmica	Calefacción de los invernaderos y regular la temperatura de pakings, cámaras de material vegetal y germinación.

4.4.2.2. Matriz de aplicaciones ERNC:

En lo que se refiere a aplicaciones, la tecnología fotovoltaica presenta características transversales a los procesos que demanden energía eléctrica, en aplicaciones conectadas a la red. Esta para el funcionamiento de equipos eléctricos de bombeo, control operación, iluminación o calefacción.

Dejando de lado el término de red, las aplicaciones que consideren bases de suplemento fuera de red, nos permite aplicar la tecnología focalizada en diversos procesos que resulten de principal importancia para el sector objetivo. En el caso eléctrico las aplicaciones pueden aplicar a servicios como; servicios generales, sistemas de control, riego e impulsión de fluidos (líquidos, aire), operación, refrigeración (compresores), molienda y equipos con motores eléctricos.

	Fotovoltaico																						
	Iluminación Gral	Medición y/o control	Comunicación	Limpieza/Esterilización	Servicios Personal	Iluminación prod.	Líneas de transporte	Riego/Impulsión	Bombeo Pozo	Limpieza producto	Selección	Lavado en frío	Ventilación	Cocido	Secado	Mezclado	Molienda	Deshidratado	Embalaje	Congelado	Refrigeración	Calefacción	
Frutas		●	●				●	●			●	●								●			8
Hortalizas		●	●	●			●				●	●								●	●		8
Cultivos Ind		●											●							●			2
Vino/Pisco	●	●	●	●				●					●				●	●	●	●			9
Agro-industrial alimentos pros.	●	●	●	●				●	●			●	●	●			●	●	●	●			13
Semillas/Flores/Vi- veros		●	●	●			●		●	●	●		●				●			●	●		10

Figura 4.4.2.2.a. Tabla de distribución aplicaciones Fotovoltaica. (FV). Fuente: Elaboración Propia

Por el lado de las aplicaciones para solar térmica, caen todos los procesos con requerimientos de calefacción de fluidos (aire o agua) para diversos usos. En esta categoría, caen los usos agro-industriales sanitarios, limpieza general y servicios sanitarios de personal. En procesos aplicado directamente en procesos, para el cocido y lavado de frutas y hortalizas, procesos de secados, deshidratados. Calefacción y acondicionamiento de ambientes, como camas calientes, invernaderos, producción de almácigos y semillas.

Todos estos procesos en su mayoría son abarcados por combustible carbón, leña, gas licuado y electricidad. Cabe destacar que la mayoría son procesos con aplicaciones intensivas de alta temperatura. Las aplicaciones ERNC pueden apalpear de forma parcial y de manera complementaria, los requerimientos de dichos procesos, es decir, con sistema que cuenten “dualidad” de fuentes energéticas ERNC-Convencional, ya que en la medida que la fuente renovable no sea capaz de aportar la energía necesaria, debido a su carácter estacional (día, mes, año) dependiente del clima, tendrá sistemas convencionales para apalpear la merma en el requerimiento de procesamiento.

Aplicación Solar Térmica																						
	Illuminación Gnral	Medición y/o control	Comunicación	Limpieza/Esterilización	Servicios Personal	Illuminación prod.	Líneas de transporte	Riego/impulsión	Bombeo Pozo	Limpieza producto	Selección	Lavado en frío	Ventilación	Cocido/Pelado	Secado	Mezclado	Molienda	Deshidratado	Embalaje	Congelado	Refrigeración	Calefacción
Frutas				●	●												●			3		
Hortalizas				●	●												●			4		
Cultivos Ind					●															2		
Vino/Pisco				●	●															3		
Agro-industrial alimentos pros.					●	●								●	●		●			6		
Semillas/Flores/Viveros						●									●	●	●			4		

Figura 4.4.2.2.b. Tabla de distribución aplicaciones Solar Térmica (ST). Elab Propia.

Varios de los procesos involucrados en los puntos anteriores, convergen en procesamientos de alimentos del sector agro-industrial para la elaboración de Jugos, conservas, congelados, aceites y deshidratados. Debido a contar con gran cantidad de procesos de involucran iluminación, calefacción, cocción y procesos de automatización, cuenta con un nicho altamente atractivo para la incorporación de sistemas de diversificación energética tipo ERNC. [Ver tabla 4.4.2.2.c].

Subsector Procesados	Illuminación Gnral	Medición y/o control	Comunicación	Limpieza/Esterilización	Servicios Personal	Illuminación prod.	Líneas de transporte	Riego/impulsión	Bombeo Pozo	Limpieza producto	Selección	Lavado en frío	Ventilación	Cocido/Periado	Secado	Mezclado	Molienda	Deshidratado	Embalaje	Congelado	Refrigeración	Calefacción
Aceites	FV	FV	FV	ST	A		FV	FV					FV							FV	ST	
Congelados	FV	FV	FV	ST	A		FV	FV		ST	FV	FV	FV							FV	ST	
Conservas	FV	FV	FV	ST	A		FV	FV		ST	FV	FV	FV							FV	ST	
Deshidratados	FV	FV	FV		A		FV	FV		ST	FV	FV	FV						A	FV	ST	
Jugos	FV	FV	FV		A		FV	FV		ST	FV	FV	FV						ST	ST	FV	ST

FV Fotovoltaico
 ST Solar Térmico
 A Ambos sistemas

Figura 4.4.2.2.c. Tabla de distribución aplicaciones FV y ST. fuente. elab. propia

	Fotovoltaico	Solar Térmico	TOTAL
Aceites	10	3	13
Congelados	12	5	17
Conservas	13	6	19
Deshidratados	15	6	21
Jugos	13	5	18
Tota (tech)	63	25	

fuente: elab.propia

Figura 4.4.2.2.d. Tabla de distribución aplicaciones FV y ST. fuente. elab. propia

4.4.3. Caracterización territorio de la energía solar.

Chile cuenta con diversas fuentes de energías renovables. Entre ellas, una de las de mayor relevancia, la solar, cuenta con una gran diversificación debido a la distribución norte-sur territorial, que sólo en la porción de Chile continental que va desde el 19° Latitud sur, en Arica, al 41° Latitud sur en Puerto Montt, lo cual incide directamente en la irradiación solar disponible al año.

En el reglamento técnico de la ley Nch 20.365, Chile es distribuido en 5 zonas, clasificados por radiación solar disponible de mayor a menor.

Zonas Climáticas de Chile				
	Radiación Solar Global Media Anual [kWh/m2]	CSM	CSM_min	
	de hasta			
A	1948 >	75%	64%	
B	1701	1948	66%	56%
C	1454	1701	57%	48%
D	1208	1454	48%	41%
E	961	1208	39%	33%
F	< 961	30%	26%	

Esta distribución clasifica y demanda lo que sería la contribución solar media y mínima (CSM y CSM_min) para el subsidio de instalaciones solares térmicas de agua caliente sanitaria en complejos habitacionales. Cabe destacar que los requerimientos agro-industriales cuentan con diversos requerimientos y aplicaciones, sin embargo esto último nos entrega una referencia para sensibilizar, zona a zona, los rendimientos nominales de una instalación.

Para el presente estudio se propone la evaluación de tecnologías ERNC en las zonas que están presente zonas de tecnificación en riego [unidad 4.2.1.3] y zonas con plantas de procesamiento de alimentos. [unidad 4.2.4] que abarca a las zonas A, B,C y D.

Para la evaluación de las soluciones ERNC se propone las siguientes 5 localidades de evaluación, con radiación anual correspondiente:

	Latitud	Radiación solar	Radiación solar
		anual - horizontal	anual - inclinado
	Lat sur	MWh/m ²	MWh/m ²
Copiapó	27,00	1,92	2,01
La Serena	29,90	1,54	1,60
Santiago/Pudahuel	33,00	1,99	2,14
Concepción	37,00	1,54	1,64
Puerto Montt	41,00	1,48	1,63

Figura 4.4.3. b. Tabla radiación Localidades. Fuente: RETscreen – NASA

4.4.4. Pre-factibilidad aplicación tecnología Fotovoltaica (FV)

4.4.4.1. Costos energéticos Eléctricos

Consideraciones Costos Eléctricos

Para la evaluación técnica-económica se establecerán condiciones de facturación eléctrica estimadas en base a los precios del kilowatt-hora del año 2012 en la región metropolitana. Con base a estos se realizará una estimación general de los precios por mes y por localidad para la evaluación económica.

Existe una distribución anual donde los precios de la electricidad se elevan en horarios de invierno.

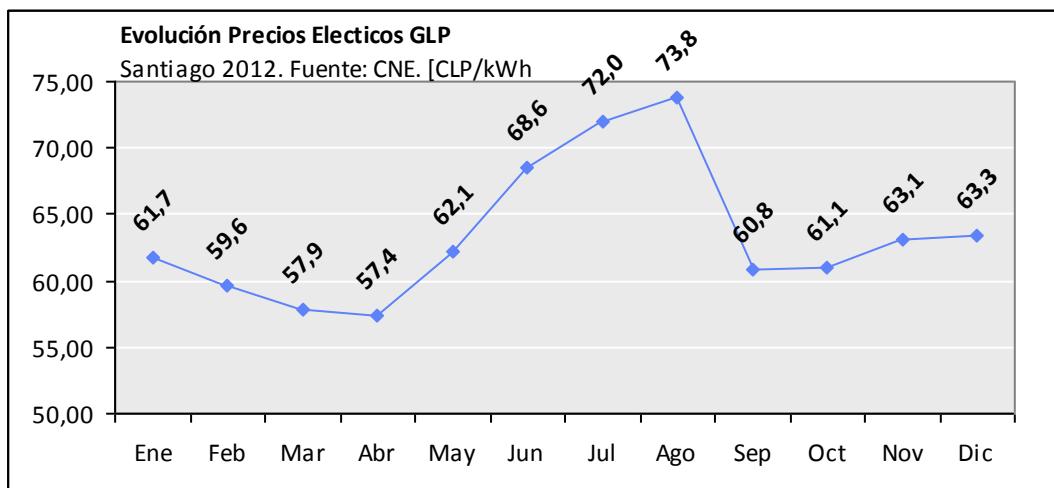


Tabla 4.4.4 - .1.a Precio Promedio Santiago 2012. Fuente CNE

Con base a estas cifras se asignara un factor nominal $f1_mes$

$$- f1_mes = \text{Precio_MES} / \text{Precio_ENERO.12}$$

El segundo factor de localización lo obtenemos de los datos de precios promedios de kWh residencial detectados en enero del 2012 del reporte CNE:

$$- f2_zona = \text{Precio_ZONA} / \text{Precio_Santiago}$$

Razón kWh promedio Nudo Año 2012 por Localidad. Fuente: CNE [-]

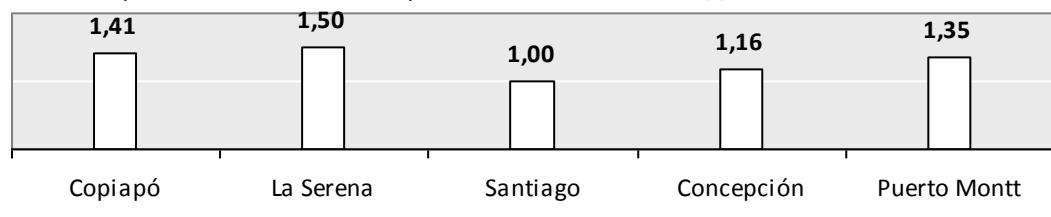


Tabla 4.4.4 .1.b Razón precio promedio por localidad 2012. Fuente Elab. Propia

Con esto realizamos una estimación de los precios promedio por nudo para la ponderación del estudio de evaluación económica

- Precio_final = Precio 01/2012 Santiago * f1_mes * f2_zona

Se obtiene la siguiente tabla costo promedio para evaluación técnica.

Precios kWh promedio Nudo Año 2012 por Localidad

Fuente: CNE [CLP/kWh]

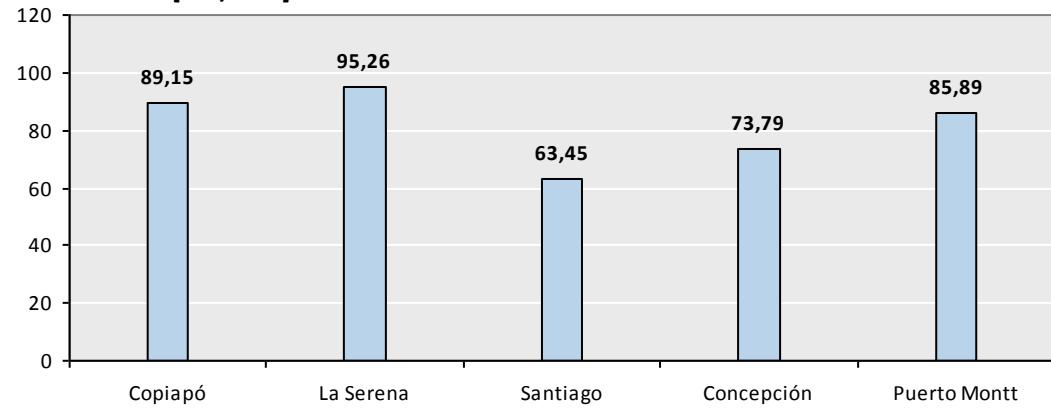


Tabla 4.4.4 .1.c Precios promedios anuales. Fuente Elab. Propia

	ZONA>	A	A	B	B	C	D
Mes	f_{1_MES}	Arica	Copiapó	La Serena	Santiago	Concepción	Puerto Montt
f_{2_ZONA}		1,38	1,41	1,50	1,00	1,16	1,35
Promedio clp/kWh		87,72	89,15	95,26	63,45	73,79	85,89
Ene-12	1,00	85,36	86,75	92,69	61,74	71,80	83,58
Feb-12	0,97	82,41	83,75	89,48	59,61	69,32	80,69
Mar-12	0,94	80,02	81,33	86,90	57,88	67,32	78,36
Abr-12	0,93	79,39	80,68	86,21	57,42	66,78	77,74
May-12	1,01	85,90	87,30	93,28	62,13	72,26	84,11
Jun-12	1,11	94,81	96,36	102,96	68,58	79,76	92,84
Jul-12	1,17	99,49	101,11	108,03	71,96	83,69	97,41
Ago-12	1,19	101,97	103,63	110,72	73,75	85,78	99,84
Sep-12	0,99	84,10	85,47	91,33	60,83	70,75	82,35
Oct-12	0,99	84,42	85,79	91,67	61,06	71,01	82,66
Nov-12	1,02	87,25	88,67	94,74	63,11	73,40	85,43
Dic-12	1,03	87,56	88,98	95,08	63,33	73,65	85,73

Tabla 4.4.4 .1.d Precios promedios anuales. Fuente Elab. Propia.

4.4.4.2. Consideraciones Módulo ERNC propuesto.

Para la evaluación, se considerará un módulo de potencia nominal 1 de kW, necesario para conformar una instalación que aporte 100kW de carga. Para la evaluación nominal, se considerará el valor del kWh no consumido desde la red, es decir a un valor nominal de costo oportunidad del Precio_final. El sistema contará con 100 Módulos de un sistema fotovoltaico compuesto de sistema regulador, inversor y conectado a la RED, sin sistema de acumulación con baterías de ciclo profundo.

Diagrama Módulo 1kW

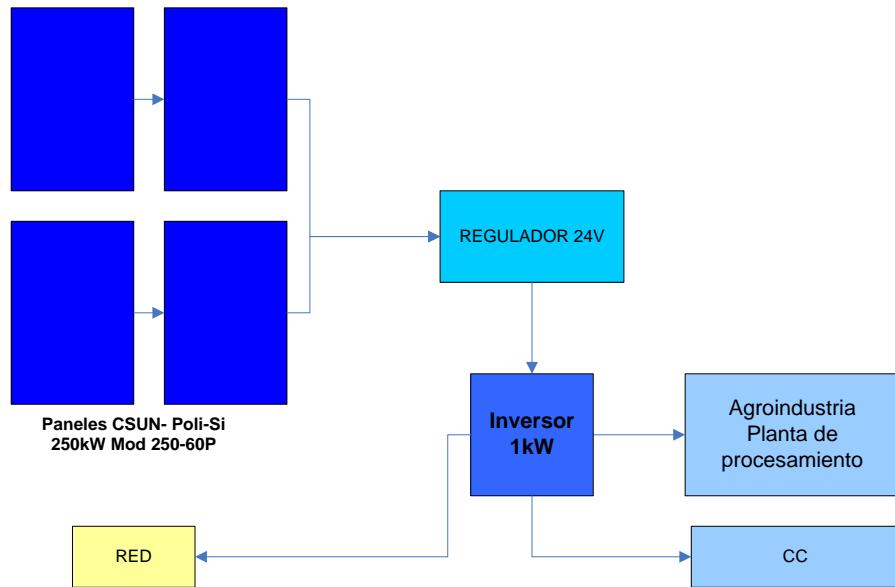


Figura 4.4.4.2.a. Diagrama Módulo FV.

Bajo las consideraciones del módulo base, para la evaluación considera 649 m² de instalación FV, con potencia nominal de 100kW instalada. Bajo estimaciones de precios de clp \$1.764 por cada Watt de potencia instalada, con una inversión total estimada de MMc Ip\$176,4

Fotovoltaico		
Tipo		poly-Si
Capacidad de generación		
eléctrica	kW	100,00
Fabricante	CSUN	250-60P
Eficiencia	%	15,4%
Temperatura normal de operación de las celdas	°C	45
Coeficiente de temperatura	% / °C	0,40%
Área del colector solar	m ²	649
Pérdidas varias	%	2,5%
Inversor		
Eficiencia	%	95,0%
Capacidad	kW	100,0
Pérdidas varias	%	2,0%

Figura 4.4.4.2.b. Características Técnicas.

ID	Costos iniciales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto
Total Antes de impuesto				1.764.160 [clp/kW]	\$ 176.416.000
ci.01	Estudio de factibilidad	costo	100 \$	111.500 \$	\$ 11.150.000
ci.02	Desarrollo	costo	100 \$	460.000 \$	\$ 46.000.000
ci.03	Ingeniería	costo	100 \$	223.100 \$	\$ 22.310.000
ci.04	Sistema eléctrico de potencia				\$ 96.956.000
ci.04.01	Fotovoltaico	kW	100 \$	700.000 \$	\$ 70.000.000
ci.04.02	Carga intermedia - Carga de punta -	kW	0,00	\$	-
ci.04.03	Electricidad de la red	kW	0,00	\$	-
ci.04.04	De respaldo -	kW	0,00	\$	-
ci.04.05	Caminos-accesos	km	0 \$	- \$	-
ci.04.06	Línea de transmisión	km	100 \$	250.000 \$	\$ 25.000.000
ci.04.07	Subestación	proyecto	0 \$	- \$	-
ci.04.08	Mediciones de eficiencia energética	proyecto	1 \$	1.956.000 \$	\$ 1.956.000

Figura 4.4.4.2.c. Consideraciones de Costos 100kW nominales.

4.4.4.3. *Estimación Beneficios Energéticos.*

Para efectos de la simulación son el software RETscreen de evaluación de aplicación de energías limpias, existe una correlación de aporte energético. Sin embargo existe cierta homogeneidad en dicho aporte energético, donde los sistemas, optimizados para cada zona, logra aportar entre 140 y 180 [MWh/año].

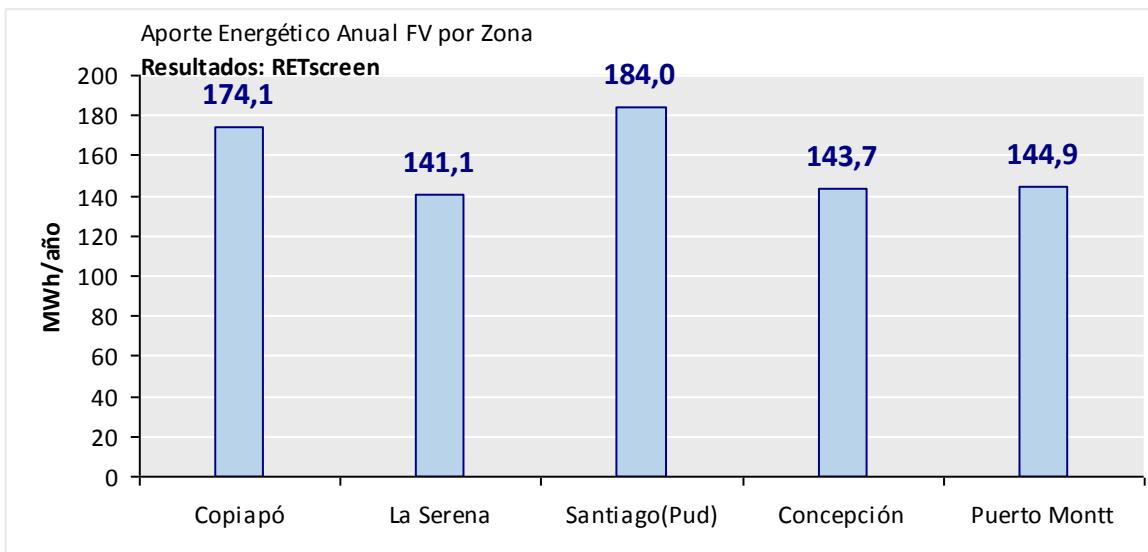


Figura 4.4.4.3.a. Beneficios energéticos anuales estimados. Fuente: RETscreen

Cabe destacar que el sistema es muy sensible a los factores climáticos, donde las zonas costeras, cuenta con mermas por nubosidad, como La Serena y Concepción, dando rangos menores que sectores ubicados más al sur, como Puerto Montt, que cuenta con menor . Por lo mismo, siempre será necesaria una evaluación localizada para cada propuesta de implementación técnica, con factores climáticos y comerciales particulares de cada caso.

Mes	Copiapó	La Serena	Santiago	Concepción	Puerto Montt
Energía	174,1	141,1	184,0	143,7	144,9
Enero	17,0	15,2	19,7	18,3	16,2
Febrero	15,3	13,8	17,2	14,5	14,6
Marzo	15,4	12,9	17,4	13,9	13,7
Abril	12,7	9,5	14,4	10,0	10,3
Mayo	12,0	8,7	11,7	6,0	8,1
Junio	10,3	8,8	10,2	5,2	7,0
Julio	12,1	9,1	11,2	6,0	8,0
Agosto	13,5	9,8	12,8	8,5	9,8
Septiembre	14,8	11,7	14,5	11,3	11,6
Octubre	16,9	13,0	17,2	15,4	14,3
Noviembre	16,5	13,5	18,2	16,5	15,0
Diciembre	17,5	15,1	19,5	17,9	16,2

Figura 4.4.4.3.b. Tabla de beneficios energéticos estimados. Fuente: RETscreen

4.4.4.4. Evaluación Económica

Existen consideraciones de mercado necesarias para la presente evaluación. Se estiman tasas de crecimiento de la electricidad en un escenario de 5,7% anuales y tasas inflación de precios del 5,1%.. Tasa de descuento del 4% con proyecto a 25 años.

Parámetros financieros					
General					
Tasa escalamiento de combustibles	%	5,70%			
Tasa de inflación	%	5,10%			
Tasa de descuento	%	4,00%			
Tiempo de vida del proyecto	año	25			
Finanza					
Incentivos y donaciones	\$	0			
Relación de deuda	%	0,00%			
Tasa de escalamiento export	%	5%			

Figura 4.4.4.4.a. Consideraciones de mercado.

Como resultados económicos del análisis, la tasa de retorno de la inversión bordea entre los 8,3% y lo 12,6%, siendo las zonas extremas, donde se percibe mayor beneficio, por el costo oportunidad del Kilo-watt más alto, respecto a la zona central de país. Además los beneficios energéticos en la zona norte y la alta radiación solar, permiten proyectos de mayor atractivo financiero.

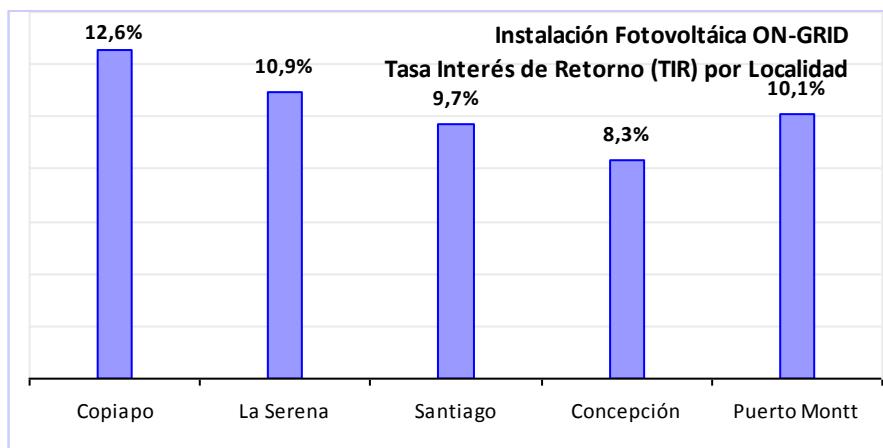


Figura 4.4.4.4.b. Tasa interna de retorno.

Con respecto al VPN, sigue la misma progresión, donde los beneficios se concentran en la zona norte, con MMclp\$261 y MMclp \$202 a **25 años** con una tasa de descuento del **4%**. Encuentra relación al aporte energético desde las fuentes renovables , además está el costo oportunidad del ahorro por kWh no consumido desde la red.

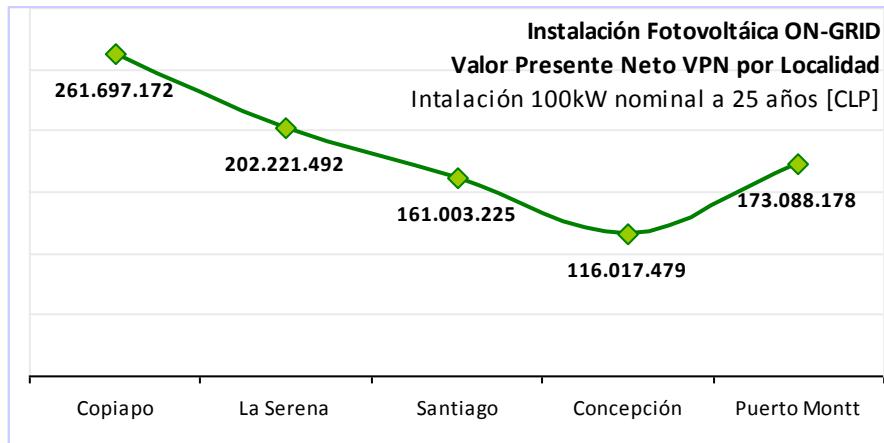


Figura 4.4.4.4.c. Valor presente Neto a 25años y TD 4%

Con respecto a los tiempos de retorno de la inversión en un escenario conservador, estos están en el orden de los 9 a 12 años. Sin embargo hay que destacar que existe un grado de variabilidad, con respecto a la evolución de los precios del costo por kWh consumido, y el grado de inversión.

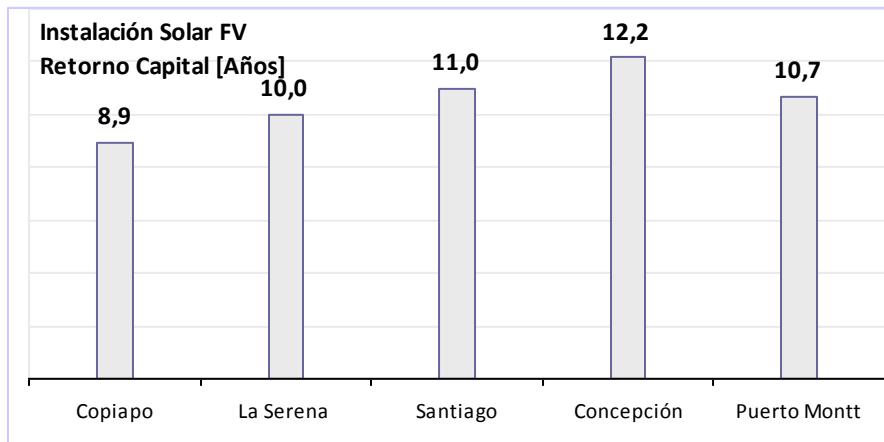


Figura 4.4.4.4.d. Estimación retorno de capital

Con respecto a los ahorros económicos asociados la propuesta energética FV de 100kW nominales, al primer año se estiman del orden de MMclp\$ 15.4 a MMclp\$ 10.3.

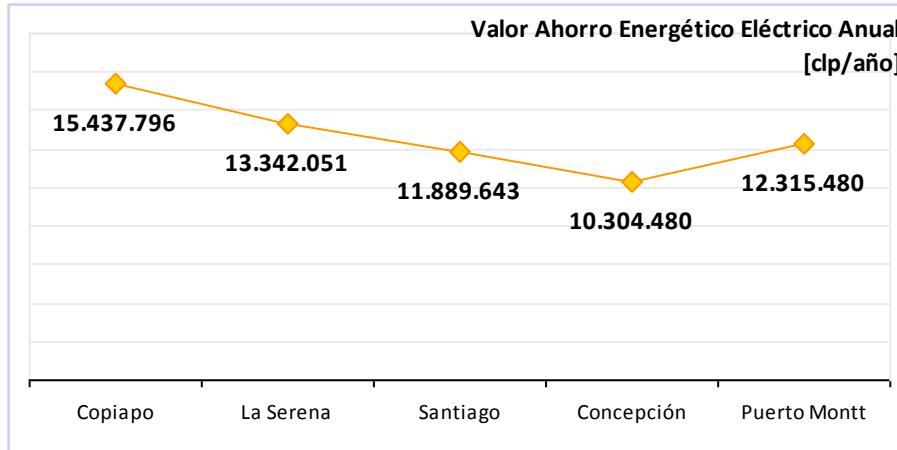


Figura 4.4.4.4.e. Estimación beneficios económicos al primer año.

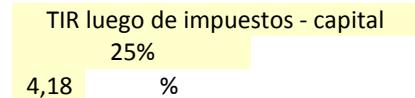
4.4.4.5. Sensibilización variables críticas

Bajo la premisa de la necesidad de sensibilizar valores críticos en la propuesta energética, cabe destacar el COSTO de INVERSIÓN y las proyecciones de incremento de la electricidad, como variables críticas de ponderación.

Para caracterizar la sensibilización de la zona climática de Santiago Poniente (Pudahuel), se tiene los siguientes resultados.

Tasa interna de Retorno.

Efectúe análisis sobre
Rango de sensibilidad
Umbral



Tarifa de exportación de electricidad	Costos iniciales					\$
	132.312.000	154.364.000	176.416.000	198.468.000	220.520.000	
\$/MWh	-25%	-13%	0%	13%	25%	
48.456,6	-25%	9,7%	8,2%	7,0%	6,0%	5,1%
56.532,8	-13%	11,4%	9,7%	8,4%	7,3%	6,4%
64.608,9	0%	12,9%	11,1%	9,7%	8,6%	7,6%
72.685,0	13%	14,4%	12,5%	11,0%	9,7%	8,7%
80.761,1	25%	15,8%	13,7%	12,1%	10,8%	9,7%

Figura 4.4.4.5.a. Sensibilización TIR variables de proyecto.

Exige una variabilidad respecto a la rentabilidad TIR, realizando un análisis con un umbral de cambio del 25% de las variables del valor nominal del Kilowatt. Considerando como base los costos nominales del proyecto con un cambio del 0%, un incremento del valor del 13% del costo energético, aumenta en 1,3% la tasa de retorno, y en un 25%, con un incremento del 2,4%. En cambio, analizando la variabilidad de los costos de inversión del proyecto, al aumentar un 13%, la TIR decrece en la razón 1,1%, y con un 25% decrece 2,1%.

Periodo Retorno Capital - Repago.

Efectúe análisis sobre
Rango de sensibilidad
Umbral

Repago - capital

25%

10 año

Tarifa de exportación de electricidad	Costos iniciales					\$
	132.312.000	154.364.000	176.416.000	198.468.000	220.520.000	
\$/MWh	-25%	-13%	0%	13%	25%	
48.456,6	-25%	11,0	12,3	13,6	14,8	15,9
56.532,8	-13%	9,7	11,0	12,1	13,2	14,3
64.608,9	0%	8,7	9,9	11,0	12,0	13,0
72.685,0	13%	7,9	9,0	10,0	11,0	11,9
80.761,1	25%	7,2	8,2	9,2	10,1	11,0

Figura 4.4.4.5.b. Sensibilización TIEMPO RETORNO a variables de proyecto.

La variabilidad respecto a los tiempos de retorno, realizando un análisis con un umbral de cambio del 25% de las variables del valor nominal del Kilowatt. Considerando como base **los costos nominales** del proyecto con un cambio del 0%, un incremento del valor del 13% del costo energético, los tiempos de decrece en 1 año, y en un 25%, con un decrecimiento del 1,8 años. En cambio, analizando la variabilidad de los costos de inversión del proyecto, al aumentar un 13%, la TRI aumenta en la razón 1 año y con un 25% adicional de los costes de inversión aumenta 2 año, el periodo necesario para retorno.

4.4.5. Pre-factibilidad aplicación tecnología Solar térmica (ST)

4.4.5.1. Costos energéticos

Consideraciones Costos energéticos.

Para la evaluación técnica-económica se establecerán condiciones de facturación asociadas al consumo de GLP para aplicaciones estimadas en base a los precios del mismo – durante 2012 en la región metropolitana. Con base a estos se realizará una estimación general de los precios por mes y por localidad para la evaluación económica.

Existe una distribución anual donde los precios GLP se elevan en horarios de invierno.

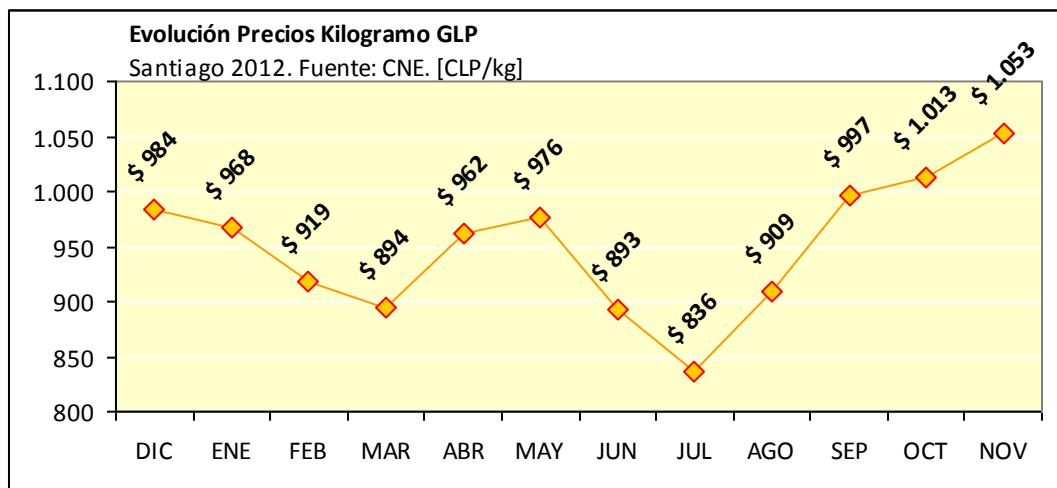


Tabla 4.4.5 .1.a Precio Promedio Santiago 2012. Fuente CNE

Con base a estas cifras se asignara un factor nominal $f1_mes$

- $f1_mes = Precio_MES/ Precio_ENERO.12$

El segundo factor de localización lo obtenemos de los datos de precios promedios de Kilogramo de GLP detectados en enero del 2012 del reporte CNE:

- $f2_zona = Precio_ZONA/Precio_Santiago$



Tabla 4.4.4 .1.b Razón precio promedio por localidad 2012. Fuente Elab. Propia

Con esto realizamos una estimación de los precios promedio por zona para la ponderación del estudio de evaluación económica

- $Precio_final = Precio\ 01/2012\ Santiago * f1_mes * f2_zona$

Se obtiene la siguiente tabla costo promedio para evaluación técnica.

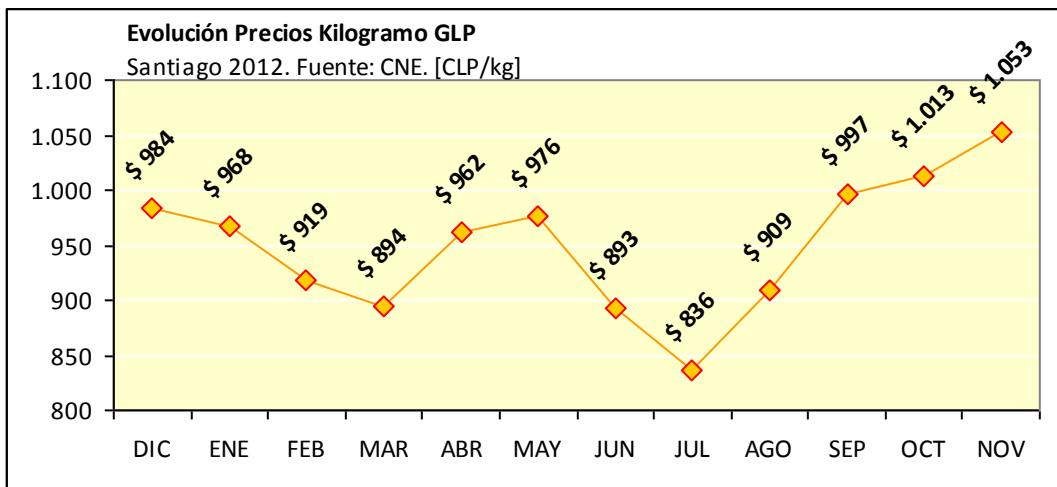


Tabla 4.4.5 .1.c Precios promedios anuales. Fuente Elab. Propia

Mes	f _{1_MES}	ZONA>	A	B	B	C	D
		f _{2_ZONA}	1,06	1,04	1,00	1,04	1,07
Promedio clp/kg	1007		989	950	989	1013	
DIC	1,00	1.040	1.042	984	1.013	1.059	
ENE	0,98	1.018	1.009	968	996	1.024	
FEB	0,93	972	956	919	959	972	
MAR	0,91	950	926	894	937	943	
ABR	0,98	1.023	988	962	1.004	1.047	
MAY	0,99	1.027	1.009	976	1.016	1.032	
JUN	0,91	937	928	893	931	940	
JUL	0,85	882	859	836	881	881	
AGO	0,92	971	947	909	943	972	
SEP	1,01	1.060	1.044	997	1.030	1.070	
OCT	1,03	1.075	1.058	1.013	1.071	1.085	
NOV	1,07	1.125	1.107	1.053	1.084	1.131	

Tabla 4.4.5 .1.d Precios promedios anuales. Fuente Elab. Propia.

4.4.5.2. Consideraciones Módulo ERNC propuesto

Existe una amplia diversificación de tipos de demanda energética térmica, sin embargo para la presente evaluación, con fines prácticos de ponderación, se considerará un conjunto modular de potencia nominal 100 de kW térmicos, necesario para conformar una instalación que **aporte 20.000 Litros de agua caliente por dia, a una temperatura de 45°C**. Para la evaluación nominal, se considerará el valor del GLP no consumido, es decir a un valor nominal de costo oportunidad del Precio_final. El sistema contará con 20 Módulos de un sistema compuesto de:

- Estanque termo-acumulador presurizado de 500 lt (68 lt/m²).
- 4 colectores solares planos, correspondiente a 7,44 m² de superficie útil de captación.
- Bomba de presurizado de 8HP (app 0,75kW por metro cuadrado instalado).
- Sistema de apoyo calefacción con GLP

Diagrama Módulo 1kW

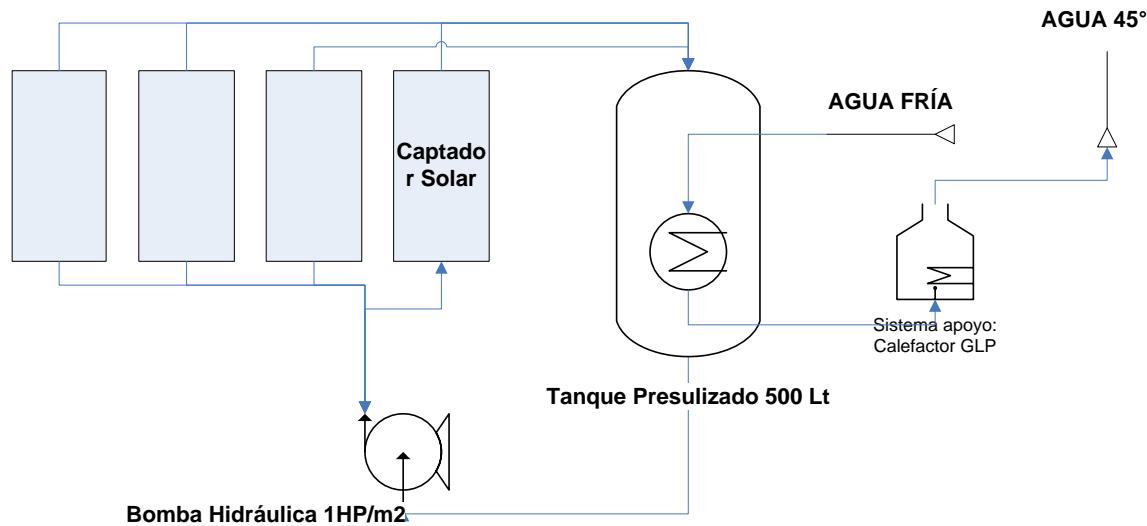


Figura 4.4.5.2.a. Diagrama Módulo ST.

Bajo las consideraciones del módulo base, para la evaluación considera 160 m² de instalación ST, con potencia nominal de 100kW instalada. Bajo estimaciones de precios de clp\$518 por cada Watt de potencia instalada, con una inversión total estimada de **MM c Ip \$54,02**

Calentador solar de agua		
Tipo		Vidriado
Fabricante	Solar Key Mark Mod. EN12975-2	
Área bruta por colector solar	m ²	2,01
Área de captación de colector solar	m ²	1,86
Coeficiente Fr (tau alfa)		0,72
Corrección eólica para Fr (tau alfa)	s/m	
Coeficiente Fr UL	(W/m ²)/°C	5,08
Corrección eólica para Fr UL	(J/m ³)/°C	
Coeficiente de temperatura para Fr UL	(W/m ²)/°C ²	0,000
Número de colectores		80
Área del colector solar	m ²	160,80
Capacidad	kW	104,16
Pérdidas varias	%	2,5%

Figura 4.4.5.2.b. Características Técnicas.

Costos iniciales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.		Monto	Costos relat.
TOTAL			518.672 [clp/kW]	\$	54.024.902	100%
Estudio de factibilidad	costo	20	\$ 150.000	\$	3.035.520	6%
Desarrollo	costo	20	\$ 400.000	\$	8.094.720	15%
Ingeniería	costo	20	\$ -	\$	-	0%
Sistema de calefacción					\$ 32.632.064	0%
Kit Captador Solar	costo	80	\$ 160.000	\$	12.800.000	24%
Acumulador solar + Kit hidráulico	costo	20	\$ 980.000	\$	19.832.064	37%
Balance del sistema y misceláneos					\$ 10.262.598	19%
Repuestos	%	0,0%	\$ -	\$	-	0%
Transporte	proyecto	20	\$ 180.000	\$	3.642.624	7%
Entrenamiento y puesta en servicio	p-d	20	\$ 50.000	\$	1.011.840	2%
Piping	costo	20	\$ 150.000	\$	3.035.520	6%
Contingencias	%	5,0%	\$ 51.452.288	\$	2.572.614	5%

Figura 4.4.5.2.c. Consideraciones de Costos 100kW nominales.

4.4.5.3. Estimación Beneficios Energéticos

Para efectos de la simulación son el software RETscreen de evaluación de aplicación de energías limpias, existe una correlación de demanda energético y la zona demandante de la carga nominal de 20.000[lt/dia] a una temperatura de 45°. Para la zona norte la demanda requerida para calentar dicha cantidad de agua requiere **93,1 [MWh/año]**, sin embargo para satisfacer la misma demanda, en el sur de Chile, requiere al menos 10 [MWh/año] adicionales de calefacción, es decir un incremento de 10,6% de consumo energético necesario para el MISMO requerimiento.

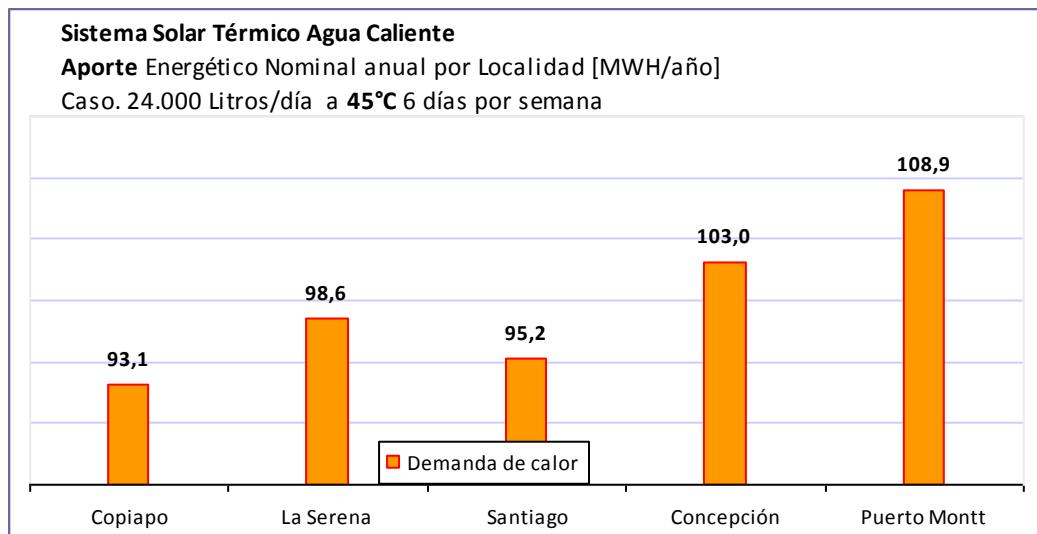


Figura 4.4.5.3.a. Demanda energéticos anuales estimados. Fuente: RETscreen

Considerando la implementación teórica de un sistema de colectores solares, capaces de satisfacer potencias nominales de 100kW, obtenemos sistemas que pueden aportar entre 50 y 70 MWh/año de energía térmica, suficiente para satisfacer alrededor de 50 y 70% de la demanda energética.

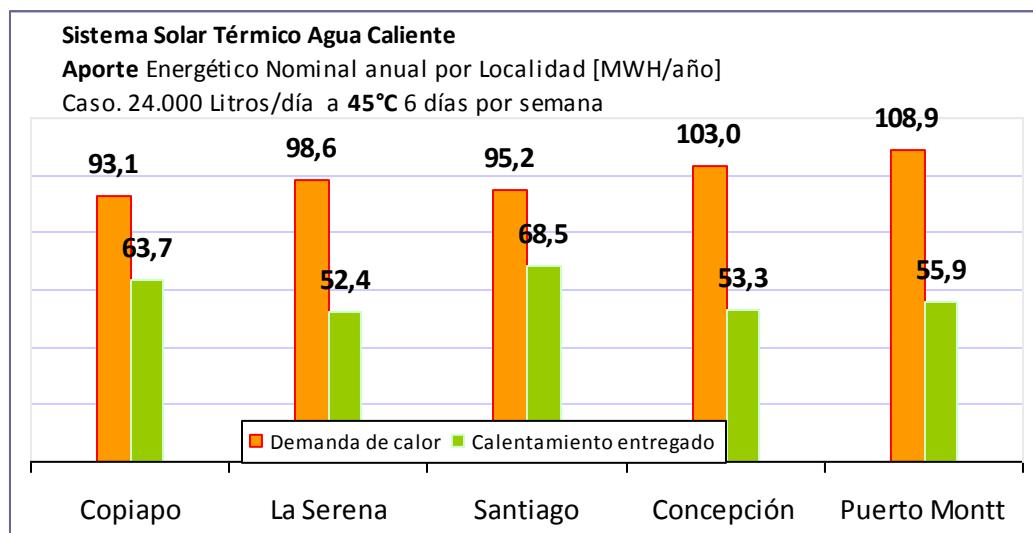


Figura 4.4.5.3.b. Beneficios energéticos anuales estimados. Fuente: RETscreen

Los beneficios cuentan con un alto componente del valor del costo oportunidad de los costos de combustibles, como además, de la disponibilidad energética de la zona, pudiendo variar hasta en una misma región. Por lo mismo la presente estimación cuenta con una fuerte componente de localización, siendo necesaria una evaluación particular en cada caso aplicado propuesto.

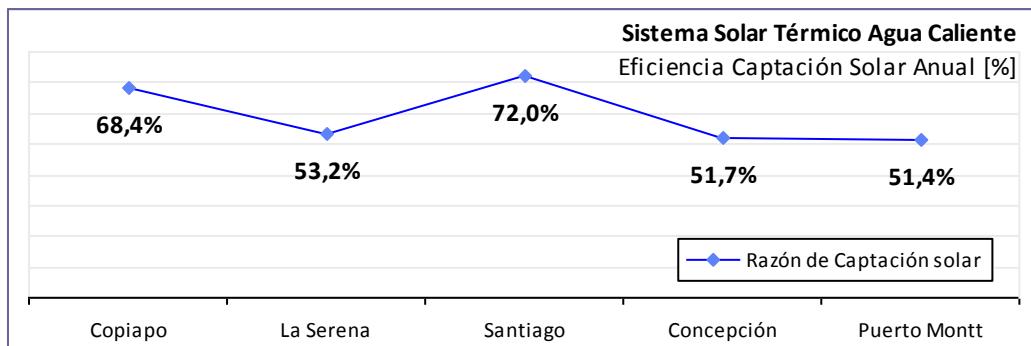


Figura 4.4.5.3.c. Beneficios energéticos anuales estimados. Fuente: RETscreen

	Demandas de calor	Demandas de electricidad	-	Calentamiento entregado	Razón de Captación solar
	MWh	MWh		MWh	%
Copiapo	93,1	0,122		63,7	68,4%
La Serena	98,6	0,125		52,4	53,2%
Santiago	95,2	0,114		68,5	72,0%
Concepción	103,0	0,124		53,3	51,7%
Puerto Montt	108,9	0,130		55,9	51,4%

Figura 4.4.5.3.c. Tabla de beneficios energéticos estimados. Fuente: RETscreen

4.4.5.4. Evaluación Económica ST

Existen consideraciones de mercado necesarias para la presente evaluación. Se estiman tasas de crecimiento del combustible GLP en un escenario de 3,5% anuales y tasas inflación de precios del 5,1%.. Tasa de descuento del 4% con proyecto a 25 años.

Parámetros financieros		
General		
Tasa escalamiento de combustible GLP	%	3,50%
Tasa de inflación	%	5,10%
Tasa de descuento	%	4,00%
Tiempo de vida del proyecto	año	25
Finanza		
Incentivos y donaciones	\$	0
Relación de deuda	%	0,00%
Tasa de escalamiento exp %		5%

Figura 4.4.4.5.a. Consideraciones de mercado.

Como resultados económicos del análisis, la tasa de retorno de la inversión bordea entre los 8% y lo 10,4%, siendo las zona norte, donde se percibe mayor beneficio, respecto a la zona sur de país. Además los beneficios energéticos en la zona norte y la alta radiación solar, permiten proyectos de mayor atractivo financiero.

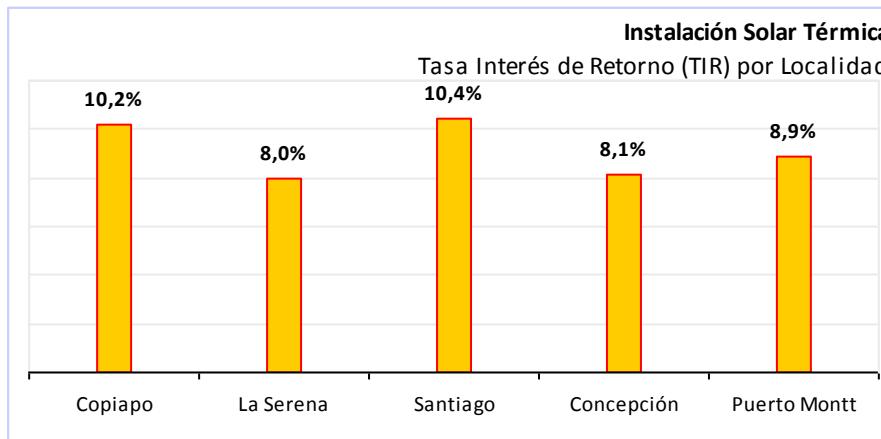


Figura 4.4.5.b. Tasa interna de retorno.

Con respecto al VPN, sigue la misma progresión, donde los beneficios se concentran en la zona norte, con MMclp\$49,7 y MMclp \$51,2 a **25 años** con una tasa de descuento del **4%**. Encuentra relación al aporte energético desde las fuentes renovables , además está el costo oportunidad del ahorro por GLP no consumido.

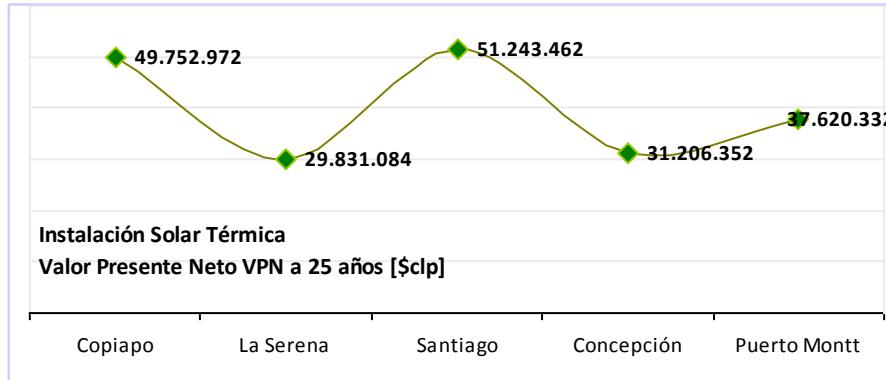


Figura 4.4.5.4.c. Valor presente Neto a 25años y TD 4%

Con respecto a los tiempos de retorno de la inversión en un escenario conservador, estos están en el orden de los 9 a 12 años. Sin embargo hay que destacar que existe un grado de variabilidad, con respecto a la evolución de los precios del costo por GLP consumido, y el grado de inversión (1/3 del valor FV).

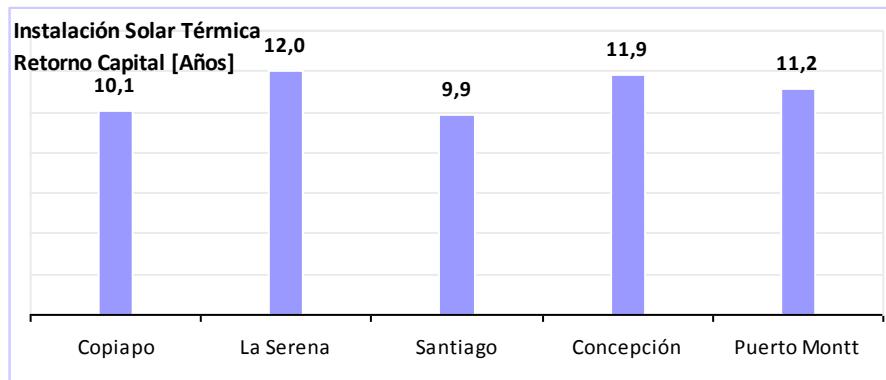


Figura 4.4.5.4.d. Estimación retorno de capital

Con respecto a los ahorros económicos asociados la propuesta energética ST de 100kW nominales, al primer año se estiman del orden de MMclp\$ 3,6 a MMclp\$ 4,4. En la zona poniente de santiago, alcanza aporte con un ahorro económico de 72%, zona norte con un 68% y la zona sur con un ahorro del 50%

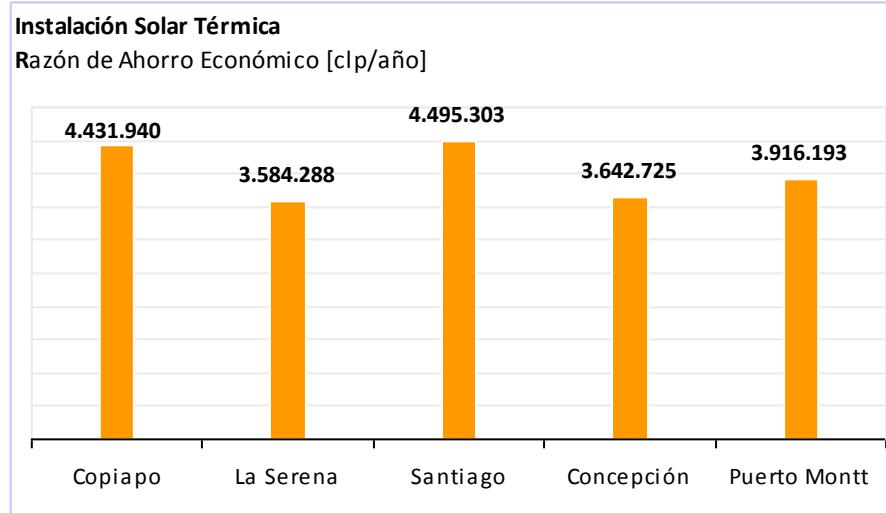


Figura 4.4.4.4.e. Estimación beneficios económicos al primer año.

4.4.5.5. Sensibilización variables críticas

Bajo la premisa de la necesidad de sensibilizar valores críticos en la propuesta energética, cabe destacar que el COSTO de INVERSIÓN y las proyecciones de incremento de la electricidad, como variables críticas de ponderación.

Para caracterizar la sensibilización, zona climática de Santiago Poniente (Pudahuel), se tiene los siguientes resultados.

Tasa interna de Retorno

Efectúe análisis sobre	TIR luego de impuestos - capital		
Rango de sensibilidad	10%		
Umbral	4,18	%	

Caso BASE GLP	clp\$/Kg_GLP	Costos iniciales				\$
		40.518.677	47.271.790	54.024.902	60.778.015	
	-25%	-13%	0%	13%	25%	
713	-10%	8,8%	7,3%	6,0%	5,0%	4,1%
831	-5%	11,5%	9,7%	8,3%	7,2%	6,2%
950	0%	13,9%	11,9%	10,4%	9,1%	8,0%
1.069	5%	16,2%	14,0%	12,3%	10,8%	9,7%
1.188	10%	18,4%	16,0%	14,1%	12,5%	11,2%

Figura 4.4.4.5.a. Sensibilización TIR variables de proyecto.

Exige una variabilidad respecto a la rentabilidad TIR, realizando un análisis con un umbral de cambio del 25% de las variables del valor **nominal del kilogramo GLP**. Considerando como base los costos nominales del proyecto con un cambio del 0%, un incremento del valor del 13% del costo energético, aumenta en 1,9% la tasa de retorno, y en un 25%, con un incremento del 3,7%. En cambio, analizando la variabilidad de los **costos de inversión** del proyecto, al aumentar un 13%, la TIR decrece en la razón 1,3%, y con un 25% decrece 2,4%.

Periodo Retorno Capital - Repago.

Efectúe análisis sobre
Rango de sensibilidad
Umbral

Repago - capital						
	25%					
10	años					
		Costos iniciales				\$
Caso BASE GLP	40.518.677	47.271.790	54.024.902	60.778.015	67.531.128	
clp\$/Kg_GLP	-25%	-13%	0%	13%	25%	
713	-10%	11,2	12,7	14,1	15,5	16,8
831	-5%	9,2	10,4	11,7	12,8	14,0
950	0%	7,8	8,9	9,9	11,0	12,0
1.069	5%	6,7	7,7	8,7	9,6	10,5
1.188	10%	5,9	6,8	7,7	8,5	9,3

Figura 4.4.4.5.b. Sensibilización TIEMPO RETORNO a variables de proyecto.

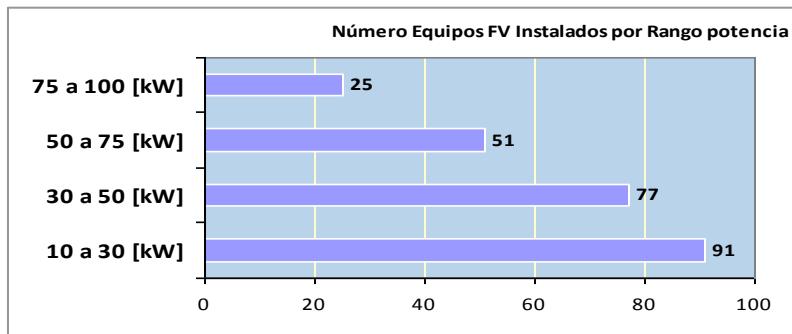
La variabilidad respecto a los tiempos de retorno, realizando un análisis con un umbral de cambio del 25% de las variables del valor nominal del GLP. Considerando como base **los costos nominales** del proyecto con un cambio del 0%, un incremento del valor del 13% del costo energético, los tiempos de decrece en 1,2 años, y en un 25%, con un decrecimiento del 2,2 años. En cambio, analizando la variabilidad de los costos de **inversión del proyecto**, al aumentar un 13%, la TRI aumenta en la razón 1,1 año y con un 25% adicional de los costes de inversión aumenta 2,1 años el periodo necesario para retorno.

4.5. Aportes energéticos a la Industria de alimentos procesados.

Para sensibilizar el aporte energético para el sector de **alimentos procesados**, se realizarán consideraciones de la incorporación (por rangos) de instalaciones solares fotovoltaicas y solares térmicas del orden de 10 a 100kW de potencia instaladas nominales (de cada tecnología).

4.5.1. Instalaciones tecnología por región.

Se considerará instalaciones distribuidas a lo largo de las plantas de procesamiento (245) por región. En cada región se propondrá una instalación en el 100% de las plantas, donde un 40% cuenta con potencias 10-30 kW, 30% de 30 -50kW, 20% con instalaciones de 50-75kW y sólo un 10% con instalaciones de 75-100 kW. *Todas las plantas contarán al menos con una instalación fotovoltaica y una solar térmica.*



COD.	Región	Plantas	%			
			40%	30%	20%	10%
	TOTAL	245	91	77	51	25
15.ARI	XV de Arica y Par.	2	1	1	0	0
03.ATC	III de Atacama	7	2	3	1	1
04.COQ	IV de Coquimbo	17	6	6	3	2
05.VPO	V de Valparaíso	38	15	12	8	3
13.RMS	R. Metropolitana	62	24	19	13	6
06.OHG	VI de O'Higgins	39	15	12	8	4
07.MAU	VII del Maule	55	22	17	11	5
08.BIO	VIII del Bío Bío	12	4	4	2	1
09.ARA	IX de La Araucanía	5	2	1	1	1
14.RIO	XIV de Los Ríos	4	0	1	2	1
10LAG	X de Los Lagos	4	0	1	2	1

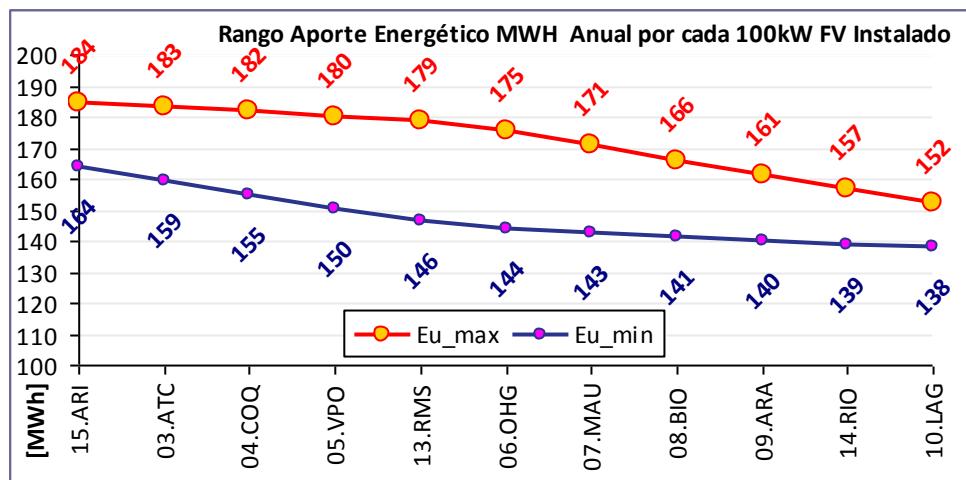
Figura 4.5.1.a. Tabla de distribución de instalaciones FV, regional. Elab.Propia.

4.5.2. Aporte Energético Unitario por proyecto (100kW)

Sensibilizando el aporte energético en Megawatt-hora por año por cada instalación de **100kW de cada una de las tecnologías**, se considerará la siguiente distribución entre un máximo **[Ea_max]** y un umbral mínimo **[Ea_min]**, obedeciendo a promedios de **100** escenarios posibles, entre dicho rango por región.

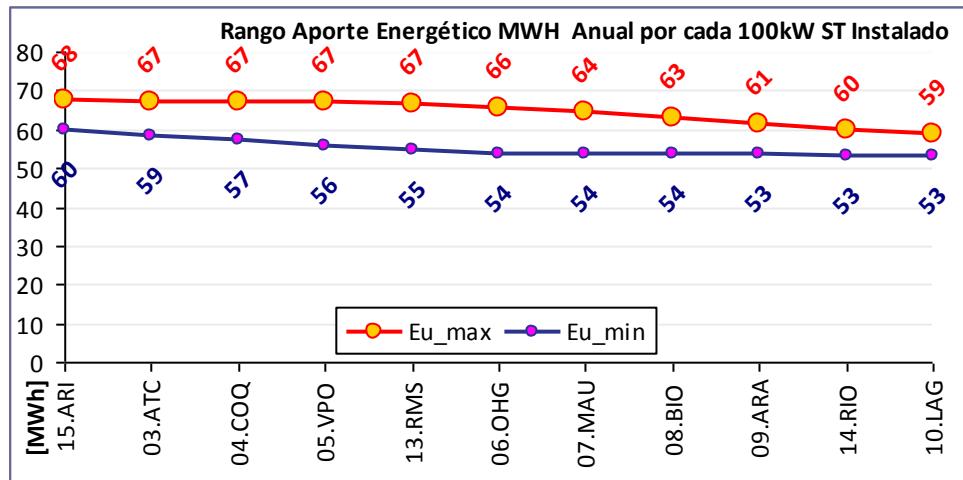
Para Fotovoltaica.

- NORTE: Rangos entre 184- 154 [MWh] por cada 100kW de fotovoltaico instalado.
- CENTRO: Rangos entre 179-146 [MWh] por cada 100kW de fotovoltaico instalado.
- SUR : Rangos entre 152-138 [MWh] por cada 100kW de fotovoltaico instalado.



Para Sistema Solar térmico agua sanitaria.

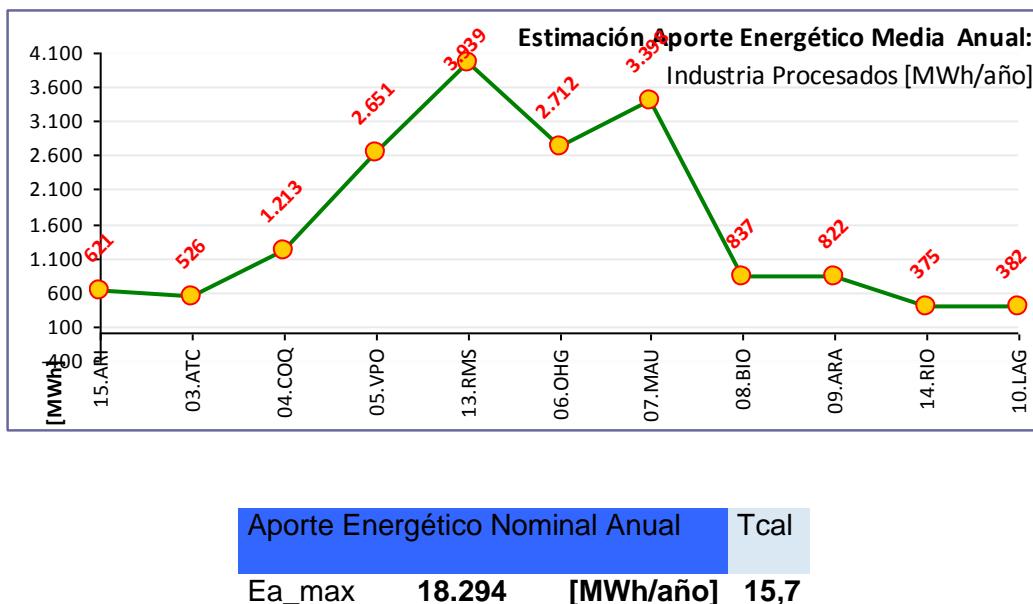
- NORTE: Rangos entre 68- 60 [MWh] por cada 100kW de fotovoltaico instalado.
- CENTRO: Rangos entre 66-54 [MWh] por cada 100kW de fotovoltaico instalado.
- SUR: Rangos entre 59-53 [MWh] por cada 100kW de fotovoltaico instalado.



4.5.3. Estimación Energético Anual por Tecnología

Fotovoltaica

Las aplicaciones solar fotovoltaicas para el orden de 100kW y bajo la premisa de distribución de plantas del punto 4.5.1. , aborda un aporte del rango medio de los 17,4 [GWh/año].



Ea_min **16.581** [MWh/año] **14,3**

Solar Térmica

Para el caso de las aplicaciones térmicas bordea aportes energéticos de orden los del los 6.5 [GWh] anuales



Aporte Energético Nominal Anual Tcal

Ea_max	6.905	[MWh/año]	5,9
Ea_min	6.207	[MWh/año]	5,3

Para las consideraciones planteadas en el informe, incorporando tecnologías de 100kW, con una distribución propuesta en el punto anterior, presenta un impacto en el sector, que desde el punto de vista de la Encuesta Nacional de la ODEPA 2011-12 para la industria de los procesados (219), representa un ahorro de alrededor del **7,13%**, correspondiente a **23.994 [MWh/año]** de aporte energético de dicha universo de la encuesta referencial del estudio ODEPA 2011 Caracterización Agro-industria de procesados.

	Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	Total
Encuestados	43	45	42	68	21	219
Consumo [MWh]	2.717	154.151	79.690	60.524	39.377	<u>336.459</u>
Aporte FV			5,18%	[MWh/año]	17.438	
Aporte SST			1,95%	[MWh/año]	6.556	
Ahorro Nominal			7,13%		23.994	

Nota: Esta estimación no se considerará en el punto “Recomendaciones” al tratarse de una estimación conceptual, en el se propone en un escenario específico, de impacto de las ERNC objetivos en cada sector.

5. Recomendaciones

Es necesario analizar la información recopilada en este informe, para caracterizar los requerimientos necesarios para la elaboración del programa de *Apoyo de energías renovables solar térmica y solar fotovoltaica* del Ministerio de Energía y la agencia GIZ Chile, enfocada al sector Agro-industrial Chileno.

Primero hay que **definir criterios básicos**, necesarios para la elaboración un plan de decisiones y propuestas enfocadas a cada sub-sector. Los Criterios propuestos son

- a) Demanda Energética eléctrica sector Agro-industrial de alimentos
- b) Crecimiento de la capacidad productiva del sector.
- c) Dispersión de la demanda Energética anual.
- d) Adopción de programas Energéticos (EE) y Auto-abastecimiento.
- e) Aplicaciones de Tecnologías FV y Solar Térmica.

De forma complementaria, se adicionará una **valorización adimensional**, con puestos del 1 al 5 repartidos entre los sectores analizados (5 mejor nota), de modo de clasificar cualitativamente, el impacto en cada uno de los criterios propuestos.

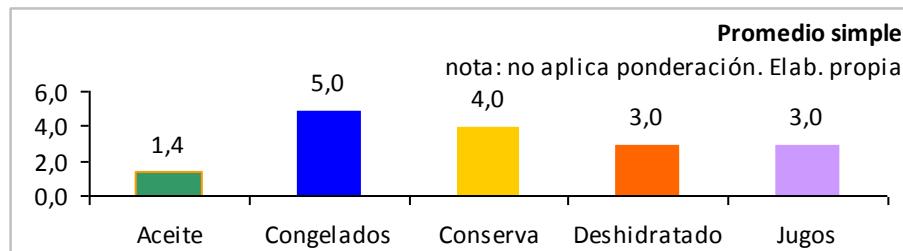
5.1. Análisis

A. “Demanda Energética eléctrica Anual sector agro-industrial de alimentos.

Consiste La cuantificación de la cantidad de consumo en energía y la caracterización estacional de este, tanto si corresponde a usos del tipo térmicos como si son de usos eléctricos. Además el grado de importancia, es decir, del grado dependencia energética de procesos críticos de la industria. Los grandes consumos corresponderán sin duda a plantas de mayor tamaño, los cuales cuentan con requerimientos (cuantificados o no) de optimización de recursos. Dicha optimización demanda soluciones energéticas de mayor tamaño. Plantas con menor consumo, corresponderán a plantas con menor tamaño, con requerimientos energéticos más acotados, esto quizás, aborde un perfil de soluciones energéticas ERNC de menor tamaño, pero que es necesario complementar (si corresponde) a sectores donde el criterio de “crecimiento sectorial” (punto c), compense lo “pequeño”, con cantidad o volumen de demanda de soluciones ERNC.

“Desde este esté punto de vista el es recomendable abordar el sector de los congelados, lo mismo que el sector conservero, los cuales perciben fuertes demandas energéticas, tanto en volumen (total), como individualmente”.

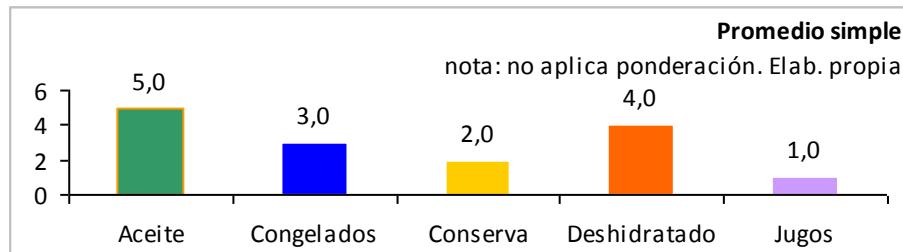
Criterio	Item	ODEPA	Universo Report					Pond
			Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	
A. Demanda Energética	Neto sector		[MWh]	2.717	154.151	79.690	60.524	39.377
	Orden 1 al 5			1	5	4	3	2
	Promedio		[MWh]	63	3.426	1.897	890	1.875
	Orden 1 al 5			2	5	4	3	4
								10%



B. Crecimiento de la capacidad productiva del sector

Otro aspecto a considerar, que permite sensibilizar el tamaño nominal y la prospección de crecimiento del mercado productivo sector agro, es la **cantidad** de potenciales clientes para la utilización de energías renovable. Esto permite elaborar un plan de comercialización y sensibilización de forma más asertiva, si se considera industrias con una constante tasa de renovación y crecimiento (nuevas plantas), o empresas consolidadas (mayor poder adquisitivo), correspondiente a sectores menos dinámicos en cuanto a la instalación de nuevas iniciativas.

Criterio	Item	ODEPA	Universo Report					Pond
			Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	
B. Crecimiento Sectorial	Total al 2001		5	23	27	34	13	
	Total al 2011		38	41	35	61	16	
	Crecimiento		33	18	8	27	3	
	Orden 1 al 5		5	3	2	4	1	15%



Desde este punto de vista el sector de aceites, a pesar de ser un sector de consumos pequeños, resultan ser unos de que relativamente a aumentado su capacidad instalada de 5 a 38 plantas procesadoras en un periodo de 10 años.

Lo mismo ocurre con los deshidratados, representando al 18% del consumo energético del sector, a duplicado su capacidad instalada, de 34 plantas al 2001, a 61 al 2011.

“Desde este punto de vista, para los sectores de deshidratado, y en menor medida al sector de congelados y aceites, es recomendable mantener una estrategia de campañas frecuentes de sensibilización, ya que son sectores en constante crecimiento,

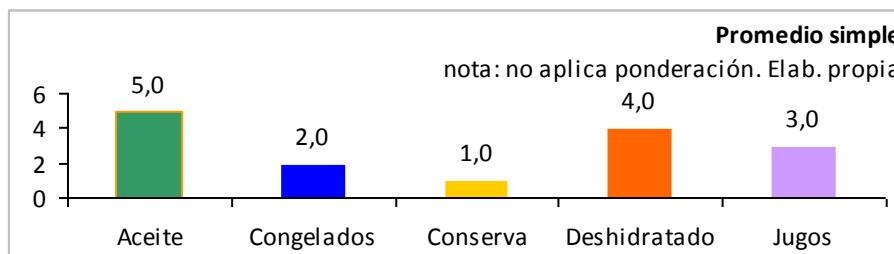
por ende, es un nicho de mercado que año a año ofrece nuevas oportunidades de inserción de tecnologías nuevas, relacionadas a ERNC. Dicha estrategia debe estar enfocada a nuevas instalaciones, es decir, abordar estrategias agro-industriales, que incorporen opciones con Energías Renovables desde la **etapa de diseño de planta**.

Para sectores de menor crecimiento, como sector de jugos y conserva, presentan problemáticas energéticas más relacionados a ineficiencias, y antigüedad de equipo. Para estos sectores, en enfoque comercial debe estar puesta en el carácter de optimización energética, **mediante la renovación de equipamiento** y la importancia de adicionar sistemas con energías renovables.

C. Dispersión de la demanda energética anual.

La distribución de la energía obedece tanto a términos estacionales mensuales, como la caracterización del funcionamiento diario del requerimiento energético. Este valor resulta crítico para el dimensionamiento de los sistemas ERCN y los requerimientos mínimos de funcionamiento que estos sistemas deben ofertar.

Criterio	Item	ODEPA	Universo Report					Pond
			Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	
C. Dispersión Consumo Anual	Máximo Mensual	[MWh]	17	415	513	137	282	
	Mínimo Mensual	[MWh]	2	152	45	49	77	
	Desviación est. Med		6	92	166	37	84	
	Orden 1 al 5		5	2	1	4	3	15%



Esto desde el punto de vista de los oferentes puede ser atractivo, ya altos niveles de demanda en un corto periodo de tiempo, conlleva la cuantificación de la soluciones de mayor tamaño.

Sin embargo punto de vista operacional, puede implicar que un sistema ERNC funcione fuera de su punto óptimo de operación, mermando en la eficiencia y mantenimiento de mismo. Demandas con grandes diferencias estacionales, volverán más crítico el realizar un correcto dimensionamiento de los sistemas.

“Como recomendación, es necesario realizar un especial cuidado en el análisis los sectores conserveros. Jugos y congelados. Los cuales presentan altos grados de estacionalidad anual, y por ende, en caso de levantamiento de información, concentrar conceptos de diseño e instalación, que respeten el comportamiento estacional de las plantas.

*Cabe destacar que el sector de **congelados**, uno de los de mayor crecimiento e incorporación de “plantas nuevas” puede ser un sector que se facilite el registro de información estacional, concentrados en temporada alto de consumo, de noviembre a abril, y baja temporada de mayo a octubre.*

*Los **conserveros**, al ser más antiguo, pueden no tener registros de buena calidad de sus consumos energéticos, además de contar con un factor de alta estacionalidad. Esto implica ser uno de los sectores más costos y tiempo a la hora de realizar análisis de consumo energético, ya que será necesario evaluar técnica y económico diversos escenarios de operación en periodos alta demanda, (febrero a abril), y el régimen nominal de funcionamiento del sistema propuesta ERNC en baja temporada. Realizar propuestas sin la información de las fechas críticas será importante en este sector*

*Por otro lado, el sector **deshidratado**, presenta demandas con menor grado estacionalidad. Para este es necesario un análisis que concentre las mediciones de funcionamiento entre marzo, abril y mayo. Por otro lado, el sector de **aceites**, siendo el los de menor consumo neto, presenta consumos energéticos muy estables durante el año, como también bajos, esto puede ser un punto positivo desde el punto de vista de la*



inserción, puede resultar ser unos de los sectores que adopten tecnologías fotovoltaicas y solar térmica más rápidamente”.

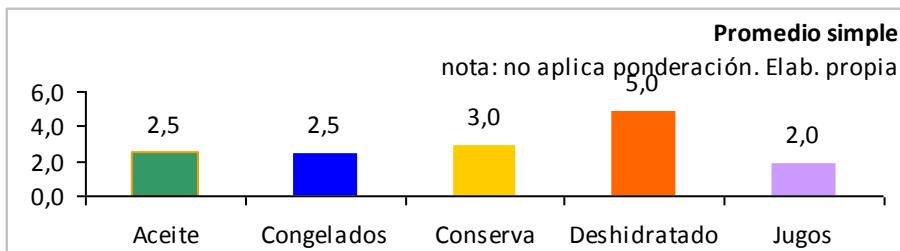
D. Adopción de programas Energéticos (EE) y Auto-abastecimiento;

Es necesario cuantificar sub-sectores, de forma de cuantos de ellos, han sido susceptibles a programas de fomento de consumo energético eficiente, y programas de generación energética con residuos.

- a. **Programas Eficiencia Energética;** Los programa de adopción de planes, dan un primer indicio del interés en el factor energético de la empresa, tema que no es un estándar en Chile. Chile Mediante el co-financiamiento en estudios en pre-inversión en Eficiencia Energética (PIEE), de la Agencia Chilena Eficiencia Energética AChEE fomentó la elaboración de una conciencia energética del sector. Esta consiste en un diagnóstico del perfil de consumo, detección de ineficiencias y un plan elaborado de medidas de optimización de planta. Al contar con este programa, la empresa ya cuenta con un árbol de dediciones con criterios de la adopción o no de soluciones ERCN. Al ser elaborado con un programa de agencia de gobierno AChEE, **existe una gran base de datos de quien y cuando incorporó planes de integración en Eficiencia Energética** y mediante que agentes operadores fue realizado, los mismos, donde algunos resultan ser federaciones de agrupaciones de productores agrícolas. Además resulta ser una fuente de cuales empresas pueden contar con registros de consumos energéticos de buena calidad, es decir, desglosados en una matriz de usos y tipos de consumo, como desglose mensual, hasta perfiles diarios de consumo.
- b. **Programas de auto-generación con residuos.** Determina que empresas ya han incorporado un plan de diversificación energética, enfocados a las ERNC y tema medio-ambiental. Resulta ser una variables de quien más claramente, a demostrado el interés en la incorporación de tecnologías con energías limpias.

Consolidando ambos puntos A, B C, podemos recabar que el sector del **deshidratado**, según la encuesta ODEPA, presenta ser uno de los sectores con mayor interés en la incorporación de programas de optimización energética, donde un 28% a participado en estos, y un 44% en auto-abastecimiento energético con productos de desecho de procesos. Esto, en conjunto con el nivel de crecimiento en plantas instaladas (nuevas plantas por año), consumo energético, como la estacionalidad del consumo, un sector con un auto-convencimiento base, de la importancia de las energías renovables, como una opción inteligente incorporada en la planificación empresarial.

Criterio	Item	ODEPA	Universo Report					Pond
			43	45	42	68	21	
D. Interés Energético	D.1 Programas EE	[u]	10	19	15	22	14	
	Orden 1 al 5		1	4	3	5	2	10%
	D.2 Autogeneración	[u]	11	2	7	18	3	
	Orden 1 al 5		4	1	3	5	2	20%



En menor grado, se encuentran los sectores de aceite, congelados, conserva y jugos, que de forma similar, abordan parcialmente la importancia del factor energético.

Los “nuevos”, como **aceites y congelados**, o sectores en constante renovación, requieren un programa de atracción y sensibilización de la temática energética y porque es importante incorporarlo en la planificación. Al tratarse de equipamientos y plantas nuevas, puede resultar de especial dificultad para la incorporación de tecnologías ERNC, porque es probable que se encuentren en períodos de **recuperación de la inversión**. Es importante dar enfoque de incorporación ERNC, en épocas tempranas o previas las

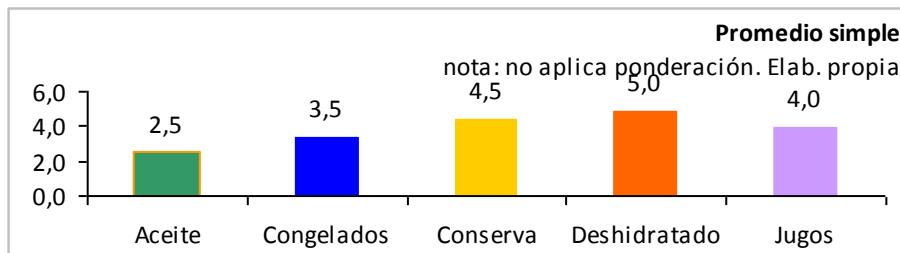
instalaciones de nuevas plantas, es decir, sensibilización de equipos ERNC en las etapas de diseño de planta.

*En los sectores más “antiguos” o con baja tasa de crecimiento, que cuentan de un interés medio en programas energéticos, siendo el caso de los sectores **conserveros** y **jugos**, requieren un programa de atracción y sensibilización de la temática ERNC de mayor esfuerzo que los sectores “nuevos”, debido a que la “antigüedad” refuerza inercias en “conductas y comportamientos” y por ende resistencias a cambios y renovación. Es necesaria una estrategia de que valorice la necesidad de una renovación de equipamiento, enfocado a la optimización energética y la incorporación de las energías renovables como un plan necesario el corto y mediano plazo.*

E. Aplicaciones tecnología FV y solar térmica;

Este indicador hace referencia directa al capítulo tratado 4.4.2.2. sobre aplicaciones de tecnologías ERNC Fotovoltaica y Solar Térmica en usos agro-industriales de alimentos procesados. Varios de los procesos involucrados en los puntos de dicho capítulo, resultan soluciones versátiles en procesamientos de alimentos del sector agro-industrial para la elaboración de Jugos, conservas, congelados, aceites y deshidratados. Debido a contar con gran cantidad de procesos de involucran iluminación, calefacción, cocción y procesos de automatización, conformando un nicho altamente atractivo para la incorporación de sistemas de diversificación energética tipo ERNC. [Ver tabla 4.4.2.2.c].

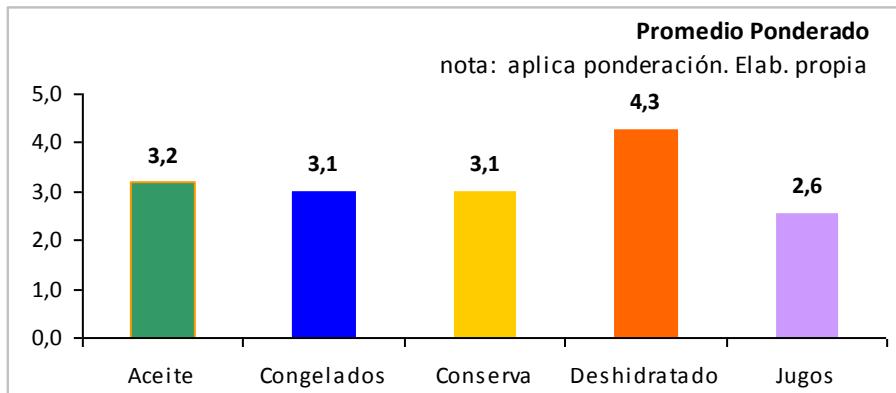
Criterio	Item	ODEPA	Universo Report					Pond
			Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	
E. Aplicación tecnológica	Fotovoltaica <i>Orden 1 al 5</i>	[u]	10	12	13	15	13	
	Solar Térmica <i>Orden 1 al 5</i>	[u]	3	5	6	6	5	10%



5.2. Corolario recomendaciones

Realizando una valorización cualitativa de cada uno de los criterios expuestos en el punto anterior, es posible discernir una tabla por sub-sector agr-industrial:

Valoración Cualitativo Criterios		Aceite	Congelados	Conserva	Deshidratado	Jugos	Pond
Criterio	Item	0	0	0	0	0	Pond
A. Demanda Energética	Neto sector	1	5	4	3	2	10%
	Promedio	2	5	4	3	4	10%
B. Crecimiento Sectorial		5	3	2	4	1	15%
C. Dispersión Consumo Anual		5	2	1	4	3	15%
D. Interés Energético	Programas EE	1	4	3	5	2	10%
	Autogeneración	4	1	3	5	2	20%
E. Aplicación tecnológica	Fotovoltaica	2	3	4	5	4	10%
	Solar Térmica	3	4	5	5	4	10%



Detallando la tabla, desglose por sector;

Sector productor Aceites

Es el sector productivo de menor consumo, considerando su total, y también si se mira de forma unitaria, es decir, el consumo promedio. Pero también resulta uno de los sectores con un gran crecimiento, en cuanto a plantas instaladas, y en relación a otros sectores, tiene **altos** intereses en la incorporación de medidas de auto abastecimiento energético.

Bajos consumos unitarios, puede ser un factor “**facilitador**” la inserción de soluciones de abastecimiento tipo solar térmica y fotovoltaica, que con inserciones de tamaño medio de potencia nominal como los de 100kW, puede resultar de un alto **impacto por planta** para el sector, ya que es distinto aplicar una solución de 100kW nominales en una empresa que consumo 63 [MWh/año], respecto a otra que consume 1800 [MWh/año]. El aporte ERNC es de mayor importancia relativo a una planta individual, y un aspecto a considerar para programas de apoyo ERNC que busque fomentar la implementación soluciones fotovoltaica y solar. Además al ser un sector con consumos homogéneos durante el año, facilitará a las soluciones ERNC operar en correctos y distendidos puntos de operación.

Uno de los puntos en contra, es sobre la fechas en que estas empresas concentran su consumo energético, resulta ser un consumo relativamente homogéneo entre los meses de otoñales invernales, el más importante en **Mayo**, y posteriormente **Junio Julio y Agosto**, en fechas en que existe una merma en el funcionamiento de

soluciones solares, por la menor radiación disponible, por en el diseño debe considerar estos factores, como base de su diseño.

Un socio estratégico en la promoción y levantamiento de información para el sector, es la Asociación de Productores de Aceite de Oliva, **Chileoliva**, que agrupa a más de 21 empresas productoras de procesamiento de aceites Premium de exportación.

Sector productor Congelado y refrigerado

Es el principal consumidor energético, en lo que respecta a consumo energético promedio, con alrededor de 3400 [MWh] de consumo anual, además de casi duplicar en 10 años la cantidad de plantas instaladas (según datos encuesta 2012 ODEPA). Por este aspecto a sido una de los sectores que a ejecutado mayor interés en la participación de programas de eficiencia energética.

Este aspecto puede ser de interés para programas relacionados al fomento las ERNC, ya que al contar con programas en eficiencia energética, estas empresas ya cuente con un plan administrativo que incorpore la energía, como un factor estratégico para le desarrollo industrial. Esto último conlleva ser una fuente de excelente información, ya que al ser empresas que han participado en programas de eficiencia energética, cuenten con gestión enfocada a la energía, pueden contar con registros claros y estandarizados de los consumos energéticos por planta, facilitando la gestión, diseño y valorización de soluciones ERNC. *Es recomendable prospectar en programas de gobierno del Ministerio de Energía y su Agencia Chilena En Eficiencia energética que han dedicado los últimos años, en recabar información y fomentar el correcto uso de la energética en las empresas del sector.* Dicha base de datos cuenta con información de quien, cuanto y cómo se ha implementado programas energéticos y en que medida valoriza la utilización energética.

Uno de los puntos negativos, resulta ser un sector que presenta gran estacionalidad en lo que a consumos energéticos significa, por ende, el diseño se debe concentrar en los consumos de alta temporada de operación, correspondiente entre los meses **noviembre y mayo**. Positivo, los meses de alto consumo, corresponde a los meses donde los sistemas ERNC tipo solar, cuentan con buena radiación solar, para su funcionamiento, sin embargo hay que considerar que es el sector que más consume energía en promedio en su sección “baja temporada”.

Sector productor Conservas

El sector conservero resulta ser el segundo mayor consumidor de energía, que cercano al sector de los Jugos, tiene consumos promedios anuales que bordean los 1900 [MWh] por planta de procesamiento. El gran defecto es que esta energía consumida, 1278 [MWh], es decir el 67%, está concentrada en los **meses febrero marzo y abril**, con un peak en marzo, con más de 513[MWh] en promedio. Esto último sobre 100[MWh] del máximo **consumo mensual** del sector de Congelados, más importante en cuanto al total del consumo anual. Esto último puede resultar una dificultad para la inserción de energías renovables, que tengan como objetivo “*suplir de forma significativa el consumo energético en proceso primarios* , lo cuales significaría grandes inversiones de potencia instalada, y lleve más bien a una estratégica de suplir *necesidades secundarias*”, enfocadas al funcionamiento de planta en la baja temporada , entre los meses de mayo a enero, con consumos mensuales promedio de **70 [MWh]**.

El sector conservero además es uno de los sectores de mediano-bajo crecimiento, experimentando el incremento de plantas de 26 a 39 en los últimos 10 años. También han tenido una tibia participación en programas relacionadas al autoabastecimiento con desechos y eficiencia energética. Esto último implica un perfil que de contar con interés en las energías, puede resultar un punto a considerar en el trabajo de sensibilización del tema energético.

Para optimizar recursos y esfuerzos de fomento ERNC en el corto plazo, es mejor concentrar esfuerzos con empresas de este rubro, que según datos de gobierno, y la ya estén participado más activamente en programas relacionados a la eficiencia y energía, que cuenten con un plan de renovación de equipamiento y auto-abastecimiento energético, favoreciendo el escenario de inserción de tecnologías FV y ST nominales del orden de los **100kW**.

Otras agrupaciones que pueden recabar información de importancia son; Asociación de Empresas de Alimentos de Chile, **Chile Alimentos**, Asociación de Exportadores de Chile A.G., **ASOEX** y Federación de Productores de Fruta de Chile A.G., **Fedefruta**.

Sector productor Deshidratados

Uno de los sectores con los crecimientos más explosivos, en una década, ha incrementado la cantidad de plantas 32 a 61. También es uno de los sectores con mayor interés en la implementación de energías renovables y autoabastecimiento energético, donde un 28% y un 44% de las empresas de Deshidratado (respectivamente), cuentan con antecedentes en la participación de programas e inversiones relacionados al tema. Claramente es un sector en expansión, y uno de los cuales, de existir una estrategia de fomento ERNC, debe ser desde la etapa de diseño de las plantas y equipamiento nuevo, que cuente con formas de diversificación y optimización energética.

También importa hecho de contar con un consumo relativamente homogéneo, en comparación con otras agro-industrial de consumo intensivo de la energía, sus consumos se concentran en las fechas de **marzo-abril mayo**, por lo que el diseño debe considerar dichas fechas, como base de sus propuestas de funcionamiento.

Con respecto al consumo unitario, es decir, en promedio, resulta el 2do sector más pequeño, es decir, es un nicho IDEAL para la implementación de soluciones de mediano y pequeña escala, del orden de menor de 100kW, ya que con inversiones de mediano rango, puede tener amplios beneficios para el sector. Adicional a esto, existe el punto a favor, reiterando, del amplio interés de dicho sector, para con la temática energética.

Como complemento, ese necesario realizar un programa en conjunto con asociaciones ligadas sector, entre los cuales los más importantes son; Asociación de Empresas de Alimentos de Chile, Chile Alimentos, Asociación de Procesadores y Exportadores de Ciruelas Secas de Chile A.G **APECS**, Asociación de Productores y Exportadores de Nueces de Chile. **ChileNut** y Chilean Walnut Commission.

Sector productor Jugos

Su principal característica, es el bajo crecimiento de sector, se a mantenido casi constante en los últimos diez años, lo que contrariamente al aspecto de perspectiva, resultan ser un sector estable, por lo que una estrategia de fomento de las ERNC, puede realizarse de forma transversal en dicho sector. Un punto negativo, es que tienen un interés medio de la temática energética, donde sólo un 18% a participado en programa de eficiencia energética, y un 7% en propuestas de auto-abastecimiento energético mediante desechos.

El sector presenta una relativa estacionalidad, más alta que los de deshidratados, pero no tan concentrados como el conservero, a pesar que tienen similares consumos promedios anuales. La temporada alta concentra los meses de **marzo a junio**, con consumos promedio al mes de alrededor de 280 [MWh], declinando en los meses siguientes, hasta un tercio del consumo nominal medio, de dicha temporada, siendo el segundo sector con el consumo más alto promedio mensual del tipo eléctrico, después del sector congelados.

Como principal fuente de información, es recomendado recabar que empresas productoras, han participado en programas de pre-inversión en eficiencia energética, y cuales de las mismas cuentan con un plan estratégico de incorporación de soluciones ERNC para sus sistemas primarios y secundarios. Entre ellas, la información recabada por la Agencia Chilena Eficiencia Energética AchEE.

Carlos R. Campos N. Nov. 2013



Programa de
Energías Renovables
y Eficiencia Energética
en Chile

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ANEXOS

A.1. Tablas

A1.1. Datos Meteorológicos referenciales

Lugar	Copiapó	ZONA A				
			T° Diseño	°C	4,4	
Latitud	°N	-27,3	T° Aire. Acond		°C	22,2
Longitud	°E	-70,4	Suelo		°C	16,7
Elevación	m	290				
Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Radiación solar diaria - horizontal	Velocidad del Viento	Días-grado de calentamiento mensual	Días-grado de enfriamiento
	°C	%	kWh/m ² /d	m/s	°C-d	°C-d
Enero	19,6	70,0%	7,11	3,9	0	298
Febrero	19,4	71,0%	6,67	3,9	0	263
Marzo	17,9	75,0%	5,53	4,0	3	245
Abril	15,4	77,0%	4,22	4,0	78	162
Mayo	13,2	78,0%	3,44	4,2	149	99
Junio	11,4	78,0%	2,89	4,2	198	42
Julio	11,3	76,0%	3,31	4,6	208	40
Agosto	12,0	77,0%	4,08	4,4	186	62
Septiembre	13,2	75,0%	5,19	4,5	144	96
Octubre	14,8	74,0%	6,36	4,5	99	149
Noviembre	16,4	72,0%	6,92	4,5	48	192
Diciembre	18,3	70,0%	7,44	4,0	0	257
Anual	15,2	74,4%	5,26	4,2	1.113	1.905

Lugar: La Serena ZONA B

Latitud	°N	-29,9	T° Diseño	°C	6,7
Longitud	°E	-71,2	T° Aire. Acond	°C	21,6
Elevación	m	146	Suelo	°C	15,5

Mes	Temperatura	Humedad	Radiación solar	Velocidad del Viento	Días-grado de	Días-grado
	del aire	relativa	diaria - horizontal		calentamiento mensual	de enfriamiento
	°C	%	kWh/m ² /d	m/s	°C-d	°C-d
Enero	17,1	80,0%	6,22	4,1	28	220
Febrero	16,9	82,0%	5,89	4,1	31	193
Marzo	15,6	85,0%	4,56	4,1	74	174
Abril	13,7	86,0%	3,14	3,6	129	111
Mayo	12,3	85,0%	2,50	3,6	177	71
Junio	10,9	84,0%	2,39	3,6	213	27
Julio	10,7	84,0%	2,47	3,6	226	22
Agosto	10,9	85,0%	3,00	3,6	220	28
Septiembre	11,6	84,0%	4,06	3,6	192	48
Octubre	12,9	82,0%	4,78	4,1	158	90
Noviembre	14,3	81,0%	5,53	4,1	111	129
Diciembre	16,1	80,0%	6,28	4,1	59	189
Anual	13,6	83,2%	4,23	3,8	1.618	1.302

Santiago Poniente		ZONA B				
Latitud	°N	-33,5	T° Diseño	°C	0,2	
Longitud	°E	-70,7	T° Aire. Acond	°C	31,2	
Elevación	m	520	Suelo	°C	21,2	
Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Radiación solar diaria - horizontal	Velocidad del Viento	Días-grado de calentamiento mensual	Días-grado de enfriamiento
	°C	%	kWh/m ² /d	m/s	°C-d	°C-d
Enero	20,7	55,7%	8,49	83,1	3	22
Febrero	20,1	58,7%	7,50	83,1	3	21
Marzo	18,1	64,0%	6,01	83,1	3	18
Abril	14,4	71,2%	4,39	83,1	2	12
Mayo	10,7	79,8%	2,98	83,1	2	7
Junio	8,7	83,7%	2,47	83,1	2	4
Julio	7,9	84,2%	2,70	83,1	2	2
Agosto	9,4	81,1%	3,52	83,2	2	4
Septiembre	11,6	77,4%	4,82	83,1	2	7
Octubre	14,5	69,9%	6,34	83,1	3	12
Noviembre	17,2	61,9%	7,79	83,1	3	17
Diciembre	19,8	57,0%	8,58	83,1	3	20
Anual	14,4	70,4%	5,46	83,1	2	12

Concepción

Latitud	°N	-36,8	T° Diseño	°C	2,7	
Longitud	°E	-73,1	T° Aire. Acond	°C	23,2	
Elevación	m	16	Suelo	°C	4,8	
Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Radiación solar diaria - horizontal	Velocidad del Viento	Días-grado de calentamiento mensual	Días-grado de enfriamiento
	°C	%	kWh/m ² /d	m/s	°C-d	°C-d
Enero	16,3	75,0%	7,06	7,2	53	195
Febrero	15,7	78,0%	5,86	6,2	64	160
Marzo	13,9	81,0%	4,69	6,2	127	121
Abril	12,0	84,0%	3,17	5,1	180	60
Mayo	10,8	88,0%	1,75	7,7	223	25
Junio	9,2	88,0%	1,47	8,2	264	0
Julio	8,8	87,0%	1,67	9,3	285	0
Agosto	9,1	86,0%	2,50	7,2	276	0
Septiembre	9,7	84,0%	3,78	7,2	249	0
Octubre	11,5	81,0%	5,39	6,2	202	47
Noviembre	13,5	76,0%	6,39	6,7	135	105
Diciembre	15,5	74,0%	6,92	7,2	78	171
Anual	12,1	81,9%	4,21	7,0	2.136	883

Puerto Montt

Latitud	°N	-41,4	T° Diseño	°C	-0,9	
Longitud	°E	-73,1	T° Aire. Acond	°C	21,1	
Elevación	m	86	Suelo	°C	11,2	
Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Radiación solar diaria - horizontal	Velocidad del Viento	Días-grado de calentamiento mensual	
	°C	%	kWh/m ² /d	m/s	°C-d	
Enero	14,3	78,3%	6,65	3,2	115	133
Febrero	13,9	80,0%	6,02	3,1	115	109
Marzo	12,5	83,6%	4,43	3,0	171	78
Abril	10,3	87,6%	2,91	3,1	231	9
Mayo	8,8	89,6%	1,83	3,6	285	0
Junio	7,1	90,4%	1,45	3,8	327	0
Julio	6,5	89,2%	1,66	3,8	357	0
Agosto	7,1	87,2%	2,42	3,7	338	0
Setiembre	8,3	83,7%	3,60	3,6	291	0
Octubre	9,7	82,2%	5,03	3,3	257	0
Noviembre	11,6	79,8%	6,11	3,3	192	48
Diciembre	13,4	78,6%	6,74	3,3	143	105
Anual	10,3	84,2%	4,06	3,4	2.821	482

A.1.2. Evaluación Financiera Fotovoltaica (ReTScreen)

Copiapó La Serena Santiago Concepción Puerto Montt

Viabilidad financiera		A	B	B	C	D
TIR antes de impuestos - capital	%	12,6%	10,9%	9,7%	8,3%	10,1%
Re pago - capital	año	8,9	10,0	11,0	12,2	10,7
Valor Presente Neto (VPN)	\$	261.697.172	202.221.492	161.003.225	116.017.479	173.088.178
Ahorros anuales en ciclo de vida	\$/año	16.751.750	12.944.595	10.306.132	7.426.507	11.079.714
Relación Beneficio- Costo		2,48	2,15	1,91	1,66	1,98
Cobertura - servicio de deuda		Sin deuda				
Costo de reducción de GEI	\$/tCO2	(419.656)	(400.150)	(244.218)	(228.672)	(333.351)

		Copiapó	La Serena	Santiago	Concepción	Puerto Montt
Renta anual		A	B	B	C	D
Electricidad exportada a la red	MWh	174	141	184	142	145
Tarifa de exportación de electricidad	\$/MWh	88.687,04	94.579,85	64.608,86	72.760,60	84.970,25
Renta por exportación de electricidad	\$	15.437.796	13.342.051	11.889.643	10.304.480	12.315.480
Tasa de escalamiento de exportación de electricidad	%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%

	Copiapó	La Serena	Santiago	Concepción	Puerto Montt
Flujos de caja anuales	A	B	B	C	D
Flujo de Caja acumulado Año					
0	-176.416.000	-176.416.000	-176.416.000	-176.416.000	-176.416.000
1	-160.206.314	-162.406.846	-163.931.875	-165.596.296	-163.484.746
2	-143.186.145	-147.697.235	-150.823.544	-154.235.607	-149.906.929
3	-125.314.966	-132.252.143	-137.059.796	-142.306.884	-135.650.221
4	-106.550.229	-116.034.797	-122.607.861	-129.781.724	-120.680.678
5	-86.847.255	-99.006.583	-107.433.329	-116.630.307	-104.962.657
6	-66.159.132	-81.126.959	-91.500.071	-102.821.318	-88.458.736
7	-44.436.603	-62.353.353	-74.770.150	-88.321.880	-71.129.618
8	-21.627.948	-42.641.067	-57.203.732	-73.097.470	-52.934.045
9	2.321.141	-21.943.167	-38.758.994	-57.111.840	-33.828.693
10	27.467.683	-210.372	-19.392.019	-40.326.928	-13.768.073
11	53.871.553	22.609.063	943.305	-22.702.771	7.295.577
12	81.595.616	46.569.470	22.295.395	-4.197.406	29.412.411
13	110.705.882	71.727.897	44.715.090	15.233.228	52.635.085
14	141.271.662	98.144.245	68.255.769	35.635.393	77.018.894
15	173.365.731	125.881.411	92.973.482	57.057.666	102.621.893
16	207.064.503	155.005.435	118.927.081	79.551.054	129.505.042
17	242.448.214	185.585.660	146.178.360	103.169.110	157.732.348
18	279.601.110	217.694.897	174.792.203	127.968.069	187.371.020
19	318.611.651	251.409.595	204.836.738	154.006.977	218.491.625
20	359.572.719	286.810.028	236.383.500	181.347.829	251.168.261
21	402.581.841	323.980.483	269.507.600	210.055.725	285.478.728
22	447.741.418	363.009.461	304.287.905	240.199.015	321.504.719
23	495.158.975	403.989.888	340.807.225	271.849.469	359.332.009
24	544.947.409	447.019.336	379.152.511	305.082.446	399.050.664
25	597.225.265	492.200.256	419.415.061	339.977.072	440.755.251

A.1.2. Evaluación Financiera Solar térmico (RETSscreen)

	Copiapó	La Serena	Santiago	Concepción	Puerto Montt
Viabilidad financiera	A	B	B	C	D
TIR antes de impuestos - capital	10,2%	8,0%	10,4%	8,1%	8,9%
Repago - capital	10,1	12,0	9,9	11,9	11,2
Valor Presente Neto (VPN)	49.752.972	29.831.084	51.243.462	31.206.352	37.620.332
Ahorros anuales en ciclo de vida	3.184.785	1.909.546	3.280.195	1.997.580	2.408.151
Relación Beneficio-Costo	1,92	1,55	1,95	1,58	1,70
Cobertura - servicio de deuda	Sin deuda	Sin deuda	Sin deuda	Sin deuda	Sin deuda
Costo de reducción de GEI	(241.332)	(175.880)	(231.120)	(181.016)	(207.906)

		Copiapó	La Serena	Santiago	Concepción	Puerto Montt
Renta anual		A	B	B	C	D
Tipo de combustible		Propano - kg	Propano - kg	Propano - kg	Propano - kg	Propano - kg
Eficiencia estacional	kg	100%	100%	100%	100%	100%
Precio del combustible	clp/kg	1007,000	989,000	950,000	989,000	1013,000
Consumo de combustible anual	kg/año	6.435,1	6.813,4	6.586,0	7.118,6	7.525,6
Costo Total	clp/año	6.480.142	6.738.442	6.251.822	7.040.272	7.623.387
Consumo con SST	kg	2.034,0	3.189,2	3.579,5	3.435,3	3.659,6
Gasto en Combustible	\$	2.048.202	3.154.154	1.756.519	3.397.547	3.707.194
Ahorro en Combustible	kg/año	4.401	3.624	3.007	3.683	3.866
Ahorro Económico 1er año	clp/año	4.431.940	3.584.288	4.495.303	3.642.725	3.916.193
Porcentaje Ahorro	%	68%	53%	72%	52%	51%
		1,92092665	1,55217285	1,95	1,577629024	1,696351684

Flujos de caja anuales	A	B	B	C	D
Flujo de Caja acumulado Año					
0	-54.024.902	-54.024.902	-54.024.902	-54.024.902	-54.024.902
1	-49.448.303	-50.325.865	-49.382.647	-50.265.284	-49.982.748
2	-44.711.523	-46.497.361	-44.577.913	-46.374.079	-45.799.117
3	-39.808.956	-42.534.859	-39.605.013	-42.346.682	-41.469.060
4	-34.734.799	-38.433.670	-34.458.062	-38.178.326	-36.987.451
5	-29.508.694	-34.214.587	-29.156.615	-33.889.725	-32.374.632
6	-24.073.130	-29.821.290	-23.643.072	-29.424.478	-27.573.820
7	-18.447.321	-25.274.228	-17.936.555	-24.802.947	-22.604.980
8	-12.624.609	-20.568.019	-12.030.310	-20.019.662	-17.462.230
9	-6.598.102	-15.697.093	-5.917.346	-15.068.963	-12.139.484
10	-393.557	-10.688.574	376.682	-9.977.878	-6.663.331
11	6.062.188	-5.470.716	6.925.041	-4.674.565	-961.473
12	12.743.884	-70.233	13.702.593	814.364	4.939.951
13	19.659.439	5.519.267	20.717.360	6.495.405	11.047.924
14	26.817.039	11.304.399	27.977.643	12.375.283	17.369.677
15	34.182.978	17.249.835	35.449.860	18.418.780	23.870.515
16	41.850.378	23.447.013	43.227.256	24.717.452	30.642.534
17	49.786.136	29.861.093	51.276.862	31.236.578	37.651.574
18	57.999.647	36.499.665	59.608.204	37.983.873	44.905.931
19	66.500.630	43.370.588	68.231.143	44.967.323	52.414.190
20	75.245.061	50.427.907	77.101.799	52.141.109	60.131.152
21	84.351.527	57.788.210	86.338.907	59.621.955	68.174.186
22	93.776.719	65.406.125	95.899.313	67.364.632	76.498.727
23	103.531.793	73.290.667	105.794.334	75.378.302	85.114.627
24	113.628.294	81.451.167	116.035.680	83.672.450	94.032.084
25	124.008.815	89.827.927	126.566.116	92.187.536	103.192.293

A.2.a. Bibliografía.

1. Current Status and Potential Of Non Conventional Renewable Energy Sources For Agricultural and Agro-industrial Applications. *Ambiente Italia. Fundación para la Innovación Agraria*. Septiembre 2011.
2. Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación De la Energía En El Sector Industrial y Minero de Chile. *CIE Universidad Técnica Federico Santa María. Programa País Eficiencia Energética*. Septiembre 2010.
3. Identificación y Análisis de las Fortalezas y Restricciones del Crecimiento Agroalimentario Chileno al año 2017. Qualitas Consultores. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA. Diciembre 2011.
4. Actualización del Catastro de la Agro-industrial Hortofrutícola Chilena, Idea Consultora. Subsecretaría de Agricultura. ODEPA Marzo 2012.
5. Balance Nacional de Energía. Ministerio de Energía BNE 2012. (http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14_portal_informacion/06_Estadisticas/Balances_Energ.html)
6. Estadísticas Económicas, Instituto Nacional de Estadísticas INE 2012.
7. Comparación de Precios de Electricidad en Chile y países de la OCDE y América Latina. Biblioteca Congreso Nacional.
8. Informe Anual de Estadísticas Agro-pecuarias 2011. INE. (http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/estadisticas_agroindustriales/estadisticas_agroindustriales.php)
9. Censo Agropecuario 2007. ODEPA (<http://www.censoagropecuario.cl/index2.html>)
10. Caracterización Demandas Energéticas de los Sectores Agrícolas. ODEPA.
11. Estadísticas Económicas Banco Central (http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/series-indicadores/index_aeg.htm).
12. Software de Evaluación Proyectos Energéticos y Eficiencia Energética RETscreen 4 (www.retscreen.net/es/)

