



SMART ENERGY CONCEPTS CHILE

# ESCENARIO ENERGÉTICO DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

## Prologo

El Proyecto Smart Energy Concepts es una iniciativa de CAMCHAL, la Cámara Chileno Alemana de Comercio e Industria, ejecutada en colaboración con AChEE, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética y financiado por el Ministerio del Medio Ambiente Alemán (Bundeministerium für Umwelt, Bau, Naturschutz und Reaktorsicherheit) a través de la Iniciativa Internacional de protección del Clima (IKI – Internationale Klimaschutzinitiative). Como principal objetivo el proyecto busca fomentar la capacidad de las empresas de implementar medidas de Eficiencia Energética y en segunda derivada de integrar Energías Renovables No Convencionales en sus procesos productivos, con la finalidad de aumentar la competitividad del sector agroalimentario reduciendo al mismo tiempo sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Imprenta

CAMCHAL – Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria  
Avenida El Bosque Norte 0440, Of. 601  
Las Condes, Santiago de Chile  
Chile  
Tel.: (+56) 2-2203 5320  
Fax: (+56) 2- 2203 5325  
info@camchal.cl

AChEE – Agencia Chilena de Eficiencia Energética  
Monseñor Nuncio Sótero Sanz 221  
Providencia, Santiago de Chile  
Tel.: (+56) 2-2571 2200  
info@acee.cl

### Redacción

Annika Schüttler [aschuttler@camchal.cl](mailto:aschuttler@camchal.cl)  
Iris Wunderlich [iwunderlich@camchal.cl](mailto:iwunderlich@camchal.cl)  
Julio Ovalle [jovalle@acee.cl](mailto:jovalle@acee.cl)  
Kristina Kramer [kkramer@camchal.cl](mailto:kkramer@camchal.cl)

### Agradecimientos especiales por su colaboración a

Jorge Martínez (Pipartner),  
Juan Pablo Payero (AChEE)  
y a todas las empresas que han compartido sus experiencias y datos con nosotros.

## Resumen ejecutivo

El sector agroalimentario chileno se encuentra en constante crecimiento y cada día gana más relevancia, siendo hoy el principal sector exportador después de la minería del cobre. Sin embargo, también es un sector cuyos procesos productivos son intensivos en la generación de emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo ésta la paradoja que enfrenta debido a que es uno de los sectores más perjudicados por el cambio climático, producto de estas mismas emisiones.

A nivel productivo, el sector enfrenta un doble desafío para mantener su competitividad: cumplir con los estándares de sustentabilidad exigidos por los mercados de destino, bajando al mismo tiempo sus costos de producción. Es posible afrontar estos desafíos a través de una gestión y un uso eficiente de la energía utilizada en sus procesos productivos, lo que le permitiría reducir sus costos y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que genera.

Sin embargo, la industria agroalimentaria chilena enfrenta una serie de barreras que limitan la integración de la eficiencia energética (EE) en sus procesos. Al ser un sector donde cerca del 80% de las empresas corresponden a micro o pequeña empresa, la inversión en EE se ve restringida por la falta de apoyo financiero para la inversión (por ejemplo a través de créditos blandos para la implementación de las medidas) e incentivos que van más allá de la reducción de los costos de producción de las empresas. Incentivos, a nivel legislativo plasmándose en desgravaciones para las empresas e incentivos participativos a nivel de organización, donde colaboradores de las empresas se vean beneficiados por los ahorros económicos logrados con las medidas implementadas, motivando establecer un entorno de cultura de eficiencia energética. Asociado a esto, es necesario considerar que un gran número de empresas del sector tiene un comportamiento estacional donde los procesos productivos se concentran durante unos pocos meses del año, lo que conlleva a que las empresas tengan el enfoque puesto en la producción, dejando el análisis de proyectos de EE como actividad de baja prioridad. Esto va de la mano con la ausencia casi completa del requerimiento clave para la implementación de medidas de EE: la medición de consumos energéticos a nivel de procesos. Dicho de otro modo, muy pocas empresas miden y disponen de datos concretos e indicadores energéticos, que pudieran facilitar la evaluación certera de proyectos de EE.

Por lo tanto, el presente informe se desarrolló con la intención de generar un diagnóstico energético que permitiera evaluar el statu quo del sector agroalimentario en materia de eficiencia energética (EE) e identificar sus principales potenciales de ahorro de energía tomando en cuenta las barreras existentes. Para esto, se sistematizaron los resultados de los trabajos energéticos desarrollados en el marco de los programas de EE promovidos por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) entre los años 2010 a 2015. Para el sector agroalimentario fueron identificados un total de 135 estudios con 650 posibles medidas de EE levantadas. Los variables analizados y relacionados a las medidas fueron su potencial de ahorro energético y el ratio entre el potencial de ahorro respecto a la fuente energética (combustible o

electricidad). Además fueron detectados los procesos energéticamente más demandantes para los distintos subsectores del rubro. En este contexto, una de las mayores dificultades era la elaboración de un benchmark para el sector, debido a la gran variabilidad de procesos presentes en la industria agroalimentaria y las diferencias en las metodologías de levantamiento de datos aplicadas en los trabajos energéticos que brindaron la base de este informe.

Para la sistematización se identificaron ocho subsectores de relevancia en vista de su aporte a las exportaciones nacionales y del número de informes energéticos existentes para cada subsector. Los subsectores que fueron analizados en el marco del presente diagnóstico energético son: agricultura (frutícola), ganadería (ganadería intensiva), acuícola, elaboración de fruta, elaboración de carnes, elaboración de conservas y congelados de pescado y moluscos, elaboración de lácteos y vitivinícola. Cabe destacar que en general los subsectores mencionados cuentan con un potencial de ahorro energético de un 16% considerando el total de las medidas de EE detectadas, incluyendo las de Cogeneración. En algunos casos el potencial de ahorro energético aumenta hasta un 50% del consumo total de la energía en las empresas. No obstante existe una visión más conservadora la cual presenta el potencial de ahorro energético para el sector igual a un 5% considerando sólo la implementación de medidas de EE de manera aislada, sin la integración de los proyectos de Cogeneración.

Los combustibles fósiles son la principal fuente de energía del sector con un 68%, siendo el subsector de conserva y congelados de pescado y moluscos el más intensivo en el uso de combustible es (69%). Por otro lado, el otro tercio de la demanda energética del sector (32%) se basa en la energía eléctrica, siendo el subsector agricultura (frutícola) el sector con el porcentaje más alto en el uso de energía eléctrica (78%). Este análisis cobra relevancia para entender dónde enfocar los esfuerzos de EE, especialmente considerando que las emisiones por consumo de combustible resultan 1,4 veces mayor que las emisiones por consumo eléctrico, razón por la cual el impacto en términos de emisiones de una medida de EE en el ámbito térmico es mucho mayor.

Reflejando el resultado anterior, las medidas de EE relativas al consumo de combustible presentaron el 64% del potencial de ahorro energético total, centrándose en los procesos de generación y distribución de calor, siendo esta última una de las principales áreas detectadas de consumo energético aparte de los sistemas de impulsión y los sistemas de frío. Como equipos de alto consumo energético transversales a los diferentes subsectores fueron identificadas las calderas, los hornos y secadores (dentro de los procesos térmicos de calor), compresores, condensadores y evaporadores (dentro de los procesos térmicos de generación de frío) y bombas de impulsión, cintas transportadoras y hornos eléctricos (dentro de los procesos eléctricos).

El diagnóstico energético realizado a partir de la sistematización de los datos obtenidos de los informes de auditoría energética permitió rescatar medidas típicas con mayor ahorro energético para cada área de consumo detectada. Por ejemplo: Para los procesos térmicos de calor destacan sistemas de recuperación de calor en calderas y en sistemas de distribución que presentan un alto potencial de ahorro, sobre todo en el subsector de la ganadería intensiva. Del mismo modo, en la

generación de frío, tanto el diseño del sistema como el aprovechamiento de la energía disipada, contribuyen significativamente a la eficiencia de los procesos, siendo el sector de la elaboración de productos alimenticios (fruta) y el vitivinícola los sectores donde la implementación de estas medidas contribuirá a un ahorro significativo. Por último, la instalación de variadores de frecuencia, la correcta operación de equipos y el recambio de equipos son las medidas con mayor impacto en la agricultura frutícola y la elaboración de frutas.

Cabe destacar que, aparte de los recambios tecnológicos, medidas como las mejoras operacionales que abarcan desde la gestión de los procesos productivos, la optimización de recursos hasta mejoras que se basan en un cambio cultural a través de la educación y capacitación, tienen un significativo potencial de ahorro. Finalmente también se analizó la integración de ERNC, dentro de las cuales destacan las oportunidades que ofrecen la generación en base a sistemas fotovoltaicos y a biogás.

En resumen se puede concluir que existe un importante potencial para la optimización en el uso de la energía en el sector agroalimentario. El presente diagnóstico energético busca contribuir a que el sector pueda aprovechar este potencial y reducir sus consumos energéticos brindando una orientación sobre los principales potenciales de EE en cada subsector analizado para facilitar la implementación de medidas de EE.

## Executive Summary

The Chilean agriculture and food industry is growing and is gaining ever more relevance, being the main export sector after copper mining. However, it is an extremely CO<sub>2</sub> intensive sector, facing the paradox for being most affected by climate change.

Furthermore, the sector faces a double challenge in order to remain competitive: on the one hand, it needs to meet sustainability standards of export markets, while, on the other hand, it has to lower production costs. Nevertheless, it is possible to meet these challenges through the management and efficient use of energy used in production processes, enabling the sector to cut costs and reduce emissions of greenhouse gases.

However, the Chilean agriculture and food industry faces a number of hurdles when it comes to implementing energy efficiency measures. As about 80% of the companies are micro or small businesses, investment in energy efficiency is constrained by the lack of financial support (e.g. soft loans for the implementation of energy efficiency measures) and incentives that go beyond reducing production costs. Incentives, which on a legislative level, materialize in tax exemptions for businesses and on an organizational level are participatory, i.e. employees benefit from economic savings achieved by implementing energy efficiency measures, motivating them at the same time to establish a culture of energy efficiency. Furthermore, it is important to consider that a large number of companies has a seasonal variation, i.e. production processes concentrate on a few months of the year. Whilst companies focus on production, energy efficiency projects rank low in priority. This goes along with the almost complete absence of one of the key elements for the implementation of energy efficiency measures - measuring the energy consumption on a process level. In other words, very few companies have established a measuring system and accordingly lack access to concrete data and energy indicators, key requirements for the accurate assessment of energy efficiency projects.

Therefore, the present report was developed with the intention of creating an analysis that on the one hand would assess the status quo of the Chilean agriculture and food industry in terms of energy efficiency and, on the other hand, identify potential energy savings, whilst taking into account the existing barrier for the implementation of energy efficiency measures. For this, the results of energy audits realized within the framework of energy efficiency programs focusing on the Chilean agriculture and food industry promoted by the Chilean Production Development Corporation (CORFO) and the Chilean Energy Efficiency Agency (AChEE) between 2010 and 2015 were analyzed. The systematization of 135 studies led to the identification of 650 energy efficiency measures. The variables taken into account were the potential for energy savings and the ratio between the potential for savings and the energy source (fuel or electricity). Furthermore, the most energy intensive processes were identified for various subsectors. In this context, due to the high diversity of processes in the agriculture and food industry and the differences in the methodologies of data

acquisition, one of the major difficulties was the development of benchmarks for the sector and its subsectors.

The report identifies the eight most relevant subsectors based on their contribution to national exports and the number of energy audits for each subsector, leading to the following scenario: agriculture (fruit), livestock (intensive farming), aquaculture, fruit processing, meat processing, canned and frozen fish and mollusk, dairy processing and wine production.

It is important to note that the aforementioned subsectors have a potential for energy saving of 16%, considering the total of detected energy efficiency measures and including Cogeneration/ Combined heat and Power (CHP). In some cases the energy savings potential increases up to 50% of total energy consumption. However, a more conservative view detects a potential for energy savings of 5%. However, the latter considers merely the implementation of energy efficiency measures and does not include the additional integration of Cogeneration projects.

The main energy source in the agriculture and food sector are fossil fuels (68%), being the subsector of canned and frozen fish and mollusk the most intensive in the use of fuel (69%). On the other hand, about one third of the total energy demand (32%) is electric power, led by the agriculture (fruit) subsector with a participation of 78%. This data become important when interpreted in light of where to set the focus of energy efficiency efforts, particularly whilst considering that fuel emissions are 1.4 times higher than emissions from electricity consumption. Thus, the impact of energy efficiency measures in the thermal field (in terms of emissions) is much higher.

Likewise, 64% of the total potential energy savings are related to energy efficiency measures related to fuel consumption - in particular heat generation and distribution processes, with the latter being a key element of energy consumption (with the exception of drive and cooling systems). Amongst equipment/machinery with a high energy demand (transversal through all subsectors) rank boilers, furnaces and dryers (thermal processes heat), compressors, condensers and evaporators (thermal process of cold generation) and drive pumps, conveyors and electric furnaces (electrical processes).

The data analysis allowed identifying typical energy efficiency measures with a high potential for savings for each consumption area. E.g.: For thermal processes (heat) in the subsector of intensive farming, measures included heat recovery in boilers and distribution systems.

Similarly, in cold generation, both the system's design as well as the use of dissipated energy contribute significantly to the efficiency of processes, with food processing (fruit) and wine production being the most promising subsectors for significant savings. Finally, in the subsectors of agriculture and fruit processing, the installation of variable-frequency drives and the appropriate operation and replacement of equipment are the measures with the greatest impact.

It should be noted that apart from replacing machinery and electronics, soft energy efficiency measures such as operational improvements ranging from the management of production

processes and the optimization of resources as well as improvements that are based on a cultural change (e.g. through vocational training), have a significant potential for saving. Finally, the integration of renewable energies offer a series of opportunities, highlighting the integration of photovoltaic systems and biogas.

In conclusion, there is a significant potential to optimize the use of energy in the agriculture and food industry. This report seeks to explore the energy efficiency potential of the Chilean agriculture and food industry, subsector by subsector, in order to facilitate the implementation of energy efficiency measures.



## Índice Capítulos

Introducción .....	1
1. Escenario energético actual y sus desafíos .....	2
2. Antecedentes generales del sector agroalimentario: Situación y relevancia del sector .....	6
3. Aspectos principales de un análisis energético.....	9
3.1 Auditoría energética.....	9
3.1.1 Actividades de una auditoría Energética.....	10
4. Sistematización de evaluaciones de EE en el sector .....	15
4.1 Metodología de Análisis de Datos.....	16
4.2 Fuentes de Energía.....	16
4.2.1 Electricidad.....	18
4.2.2 Combustibles.....	18
4.3 Caracterización de las oportunidades energéticas del sector .....	19
4.3.1 Pilares de las medidas de eficiencia energética .....	20
4.3.2 Categorización del potencial energético por medida EE. ....	20
4.4 Procesos térmicos, producción de calor .....	21
4.4.1 Equipos de alto consumo energético en la generación de calor .....	22
4.4.2 Medidas de EE más comunes para procesos térmicos de calor .....	24
4.5 Sistemas de generación frío .....	26
4.5.1 Equipos de alto consumo energético en la generación de frío.....	27
4.5.2 Medidas de EE más comunes para procesos de generación de frío.....	28
4.6 Procesos Eléctricos.....	30
4.6.1 Equipos de alto consumo energético.....	31
4.6.2 Medidas de EE más comunes para equipos de consumo eléctrico .....	32
4.7 Medidas Transversales.....	36
4.7.1 Sistema de Gestión de la Energía (SGE) .....	36
4.7.2 Cogeneración.....	39
4.7.3 Energías Renovables No Convencionales (ERNC).....	40
4.7.4 Ajuste en la fuente energética .....	41
4.7.5 Mantenimiento de equipos .....	42
5. Eficiencia energética por subsector agroalimentario .....	44
5.1 Clasificación de los subsectores (CIU.4).....	44
5.2 Subsectores agroalimentarios.....	45
5.2.1 Agricultura: Frutícola.....	47
5.2.2 Ganadería Intensiva .....	50
5.2.3 Elaboración de productos alimenticios: Fruta .....	53

5.2.4	Elaboración de productos alimenticios: Cárnicos .....	56
5.2.5	Elaboración de productos alimenticios: Conserva y congelados de pescado y moluscos .....	59
5.2.6	Vitivinícola .....	62
6.	Seguimiento a los proyectos energéticos de la sistematización .....	65
7.	Barreras que limitan la EE en el sector.....	67
8.	Casos de buena práctica.....	69
8.1	Integración de Energías Renovables No Convencionales: Agrícola Milnes. Secador Solar. Agricultura.....	69
8.2	Integración de Energías Renovables No Convencionales: Agrícola Comercial Nueces del Choapa Ltda. Instalación Fotovoltaica bajo modelo ESCO. Agricultura.....	70
8.3	Eficiencia Energética: Comercializadora econut Ltda. Aislamiento de bodega e instalación de sistema de frío. Elaboración de Fruta (procesamiento de nueces) .....	71
8.4	Integración Eficiencia Energética y Energías Renovables No Convencionales: Biodigestor en base a la fracción líquida de los purines de cerdo. - Agrícola AASA Ltda. (Cría de Ganado Porcino). Ganadería intensiva .....	74
8.5	Eficiencia Energética: Alimentos y Frutos S.A., Minuto Verde. Aprovechamiento de energía utilizando los gases de descarga de los compresores. Elaboración de productos alimenticios. ..	76
8.6	Eficiencia Energética: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue (INIA Remehue). Elaboración de productos alimenticios: Lácteos.....	77
8.7	Integración de Energías Renovables No Convencionales: Fundos en la Región de los Lagos con el apoyo del Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES). Elaboración de productos alimenticios: Lácteos.....	78
8.8	Eficiencia Energética: Viña San Pedro. Recambio a motores eficientes. Vitivinícola. ....	79
8.9	Eficiencia Energética: Viña Tarapacá. Iluminación Natural. Vitivinícola .....	80
8.10	Eficiencia Energética: Viñedos Emiliana S.A. Caldera de biomasa. Vitivinícola .....	81
8.11	Eficiencia Energética: Rio Blanco. Proyecto 1 – Automatización del sistema de refrigeración. Frutícola.....	82
8.12	Eficiencia Energética: Rio Blanco. Proyecto 2 – Cambio de Iluminación en Packing y Frigorífico. Frutícola. ....	83
9.	Conclusiones.....	84
10.	Recomendaciones .....	88
	Nomenclatura.....	90
	Glosario .....	91
	Bibliografía .....	95
	Anexos.....	97
A.1	Ficha de inscripción .....	97
A.2	Ficha de buenas prácticas .....	99

## Índice de tablas

Tabla 1 Exportaciones regionales durante 2014 (en USD MM) .....	7
Tabla 2 Factores de emisión de los distintos energéticos utilizados en el sector agroalimentario..	17
Tabla 3 Clasificación de las medidas de EE, asociado a la sistematización realizada. ....	21
Tabla 4 Ahorro energético por el cambio a equipos de mayor eficiencia. ....	30
Tabla 5 Indicadores globales del Sector agroalimentario en la economía chilena. ....	45
Tabla 6 Resumen sistematización energética, agricultura.....	47
Tabla 7 Resumen sistematización energética, ganadería intensiva.....	50
Tabla 8 Resumen sistematización energética, elaboración de alimentos fruta fresca.....	53
Tabla 9 Resumen sistematización energética, elaboración de alimentos carne. ....	56
Tabla 10 Resumen sistematización energética, elaboración de conservas y congelados de pescados y moluscos.....	59
Tabla 11 Resumen sistematización energética, elaboración de vino. ....	62
Tabla 12 Resultados del procedimiento, llamados telefónicos en la etapa de seguimiento.....	65

## Índice de figuras

Figura 1 Precio de la electricidad en la industria mundial 2014 (US\$/kWh).....	3
Figura 2 Consumo Energético y PIB Per Cápita en Chile. ....	3
Figura 3 Composición sectorial de las exportaciones regionales de Chile, 2014 (%). ....	8
Figura 4 Diagrama de las actividades mínimas a desarrollar en una auditoría energética .....	10
Figura 5 Distribución de las fuentes energéticas del sector agroalimentario.....	17
Figura 6 Distribución uso de combustibles del sector Agroalimentario. ....	19
Figura 7 Esquema simplificado procesos sector agroalimentario.....	19
Figura 8 Criterios para definir las medidas de EE.....	20
Figura 9 Triángulo Ciclo de Medición, Análisis y Plan de Acción (MAPA) .....	36
Figura 10 Estructura ISO 50001 basado en la metodología de mejora continua.....	37
Figura 11 Principios de la Cogeneración .....	39
Figura 12 Clasificación sector agroalimentario y subsectores. ....	44
Figura 13 Distribución del número de empresas que han desarrollado trabajos energéticos.....	46
Figura 14 Distribución número de empresas presente en Chile pertenecientes al sector agroalimentario.....	46
Figura 15 Distribución de la energía ahorrada por las principales medidas subsector agricultura..	48
Figura 16 Etapas de un proceso de cultivo tipo. ....	49
Figura 17 Distribución de las principales medidas subsector ganadería. ....	51
Figura 18 Producción alimentos animales .....	52
Figura 19 Producción criadero porcino. ....	52
Figura 20 Distribución de las principales medidas subsector elaboración de productos alimenticios: Fruta. ....	54
Figura 21 Etapas de proceso de elaboración de fruta fresca tipo.....	55
Figura 22 Distribución de las principales medidas subsector Elaboración de productos alimenticios: Cárnicos.....	57
Figura 23 Etapas de proceso de una faenadora de cerdo tipo. ....	58
Figura 24 Distribución de las principales medidas subsector Elaboración de productos alimenticios: Pescado y moluscos .....	60
Figura 26 Etapas de proceso elaboración congelados .....	61
Figura 25 Etapas de proceso elaboración conservas de pescados .....	61
Figura 27 Distribución de las principales medidas subsector Vitivinícola.....	63
Figura 28 Etapa elaboración vino tinto .....	64
Figura 29 Etapa elaboración vino blanco .....	64

## Introducción

El proyecto Smart Energy Concepts tiene como objetivo aumentar la competitividad del sector agroalimentario chileno a través de la implementación de medidas de EE y en segunda derivada la integración de Energías Renovables No Convencionales. Dicho sector, al poseer una alta tasa de exportaciones, tiene un doble desafío a enfrentar en la industria mundial: en efecto, por un lado debe competir con mercados productores internacionales, que tienen los costos de mano de obra y de energía más bajos, y por otro, debe cumplir con los estándares requeridos por los consumidores cada vez más exigentes, referido al tema de la huella de carbono, inocuidad, y una producción más limpia.

La implementación de tecnologías y procesos con mayor EE, debiera responder a ambos desafíos conforme a los siguientes planteamientos:

- Bajar el consumo de energía, que resulta en una reducción de costos. Un factor importante, considerando que estos costos tienen un rol esencial dentro de la matriz económica del sector.
- Un menor consumo de energía, que resulta en una reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> y por ende en una disminución de la huella de carbono.
- Un menor consumo de agua, que resulta en optimización hídrica y por lo tanto energética.

Este informe energético del sector agroalimentario, se genera como producto del trabajo CAMCHAL y AChEE, dentro del marco del ya mencionado proyecto Smart Energy Concepts que presenta dentro de sus objetivos generales:

- Contribuir a facilitar la implementación de medidas de EE, para aumentar la competitividad del sector agroalimentario
- Apoyar a las empresas del sector a mejorar su capacidad de reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>
- Estimular la medición y verificación de la optimización energética lograda

La sistematización de la información que permitió elaborar éste diagnóstico energético, se basa en el análisis de los trabajos desarrollados en materia de EE desde 2010 a 2015, por los programas de fomento al desarrollo de estudios energéticos dentro de la industria productiva del país. Los trabajos considerados fueron desarrollados en 135 empresas del sector agroalimentario y fueron promovidos en su gran mayoría por las instituciones, CORFO y la AChEE.

El estudio considera la relevancia a nivel económico del sector agroalimentario, su caracterización energética y el rol de la EE como actor principal, promotor de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> e incremento de la competitividad en el sector.

## 1. Escenario energético actual y sus desafíos

“El uso eficiente de la energía se plantea a nivel mundial como uno de los pilares de las políticas energéticas, debido a que promueve el crecimiento económico y desarrollo de un país y al mismo tiempo permiten aumentar la seguridad energética, reducir la dependencia de energéticos importados, aumentar la equidad en el acceso a la energía y obtener reducciones de contaminantes atmosféricos y de emisiones de gases de efecto invernadero”.<sup>1</sup>

La constante variación del entorno global demanda nuevas exigencias a los distintos sectores económicos. En este contexto, la EE se presenta como un factor indispensable, capaz de contribuir al desarrollo de los países, permitiendo aumentar la competitividad transitando a una economía más verde, generando mayor equidad a través del actual marco energético global, el cual se caracteriza por la alta dependencia de combustibles fósiles en un escenario donde los recursos naturales son cada vez más escasos.

La producción y el uso de energía representan dos tercios de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI), lo que significa que los compromisos contraídos en la COP21 deberán aportar recortes drásticos de dichas emisiones y, al mismo tiempo, mantener el crecimiento de la economía mundial, impulsar la seguridad energética en el mundo y proporcionar energía moderna a los miles de millones que hoy todavía carecen de ella (IEA, 2015).

Una avanzada apertura de la economía chilena, asociada a los numerosos Tratados de Libre Comercio y la reducción unilateral de aranceles, determinan que el desempeño de su economía está estrechamente ligado a la evolución y tendencias de la economía internacional.

Nuevas políticas gubernamentales permitirían eliminar las barreras actuales, impulsando los procesos productivos rentables. La incorporación de nuevas tecnologías, adopción de estándares en los procesos productivos, apoyo financiero y regulaciones dirigidas para fomentar la incorporación de medidas de EE, han llevado al desacople del crecimiento económico de un país respecto de su consumo energético, ver Figura 2. La Figura 1 da cuenta de la situación actual en la que se encuentra Chile, presentando al año 2014 uno de los precios energéticos más altos, que sólo son superados por Japón y Brasil. (BBVA Research, 2014)

---

<sup>1</sup> Estudio de Bases para la Elaboración de un Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020 Resumen Ejecutivo

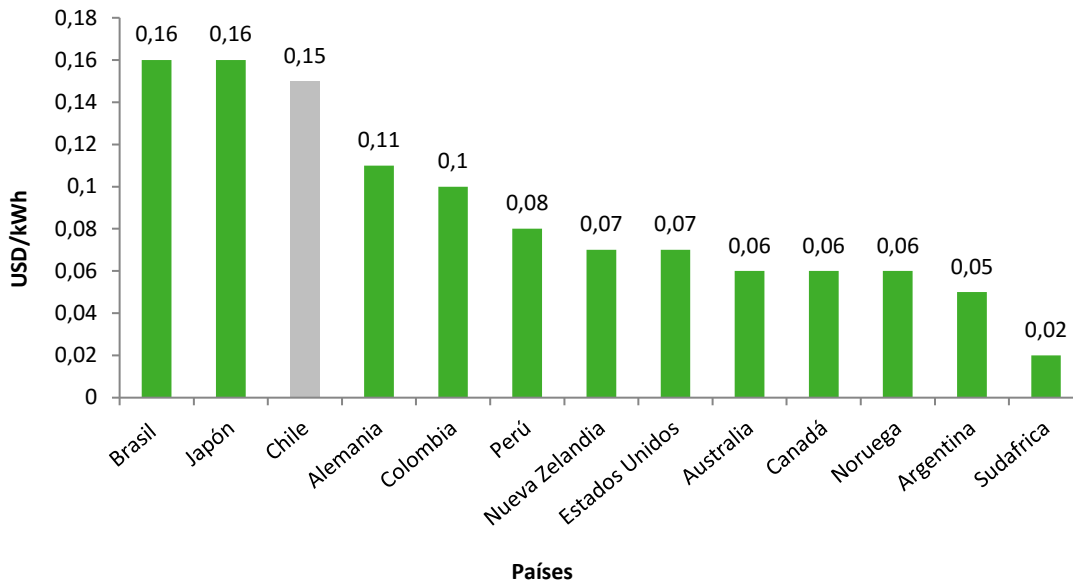


Figura 1 Precio de la electricidad en la industria mundial 2014 (US\$/kWh).

Fuente: BBVA Research 2014

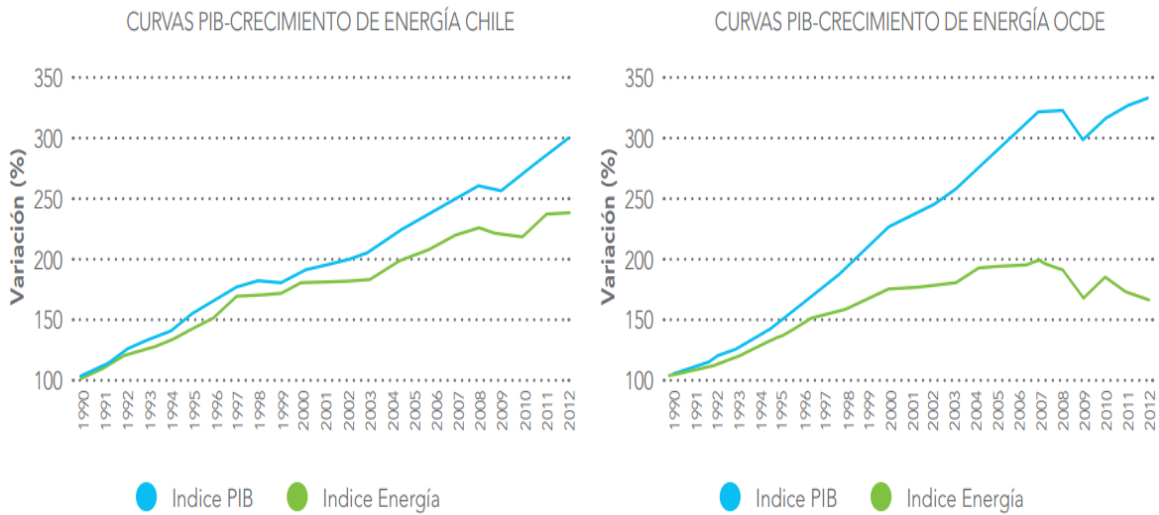


Figura 2 Consumo Energético y PIB Per Cápita en Chile.

Fuente: Comité de Energía, 2015

Ante este escenario mundial, la AIE propone una estrategia denominada “puente” con la que se podría alcanzar un punto máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial y que se encuentran relacionadas con los usos de la energía para el año 2020. Fijando este punto máximo como objetivo a corto plazo, daría un mensaje claro sobre la determinación a nivel político de mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C. El punto máximo puede lograrse apoyándose fundamentalmente en tecnologías y políticas de probada eficacia, sin modificar las perspectivas económicas y de desarrollo de cada región, presentándose bajo un “Escenario Puente”.

Las tecnologías y políticas reflejadas en el “Escenario Puente” son fundamentales para garantizar la descarbonización del sector energético a largo plazo y su adopción a corto plazo puede ayudar a cumplir el objetivo de los 2°C. El Escenario Puente depende de cinco medidas:

- Aumentar la EE en los sectores de la industria, los edificios y el transporte.
- Reducir progresivamente el uso de las centrales de carbón.
- Aumentar las inversiones en tecnologías renovables en el sector de la electricidad de USD 270.000 MM en 2014 a USD 400.000 MM en 2030.
- Eliminar paulatinamente las subvenciones a los combustibles fósiles para los usuarios de aquí a 2030.
- Reducir las emisiones de metano derivadas de la producción de petróleo y gas.

Estas medidas tienen profundas implicaciones en el mix energético mundial, ya que ponen freno al crecimiento del uso de petróleo y carbón en los próximos cinco años y dan mayor impulso a las energías renovables (EIA, 2015).

En esta misma línea, en Chile se está ad portas de adoptar una Ley de Eficiencia Energética que busca facilitar la transición hacia una economía baja en emisiones de CO<sub>2</sub>. Para ello, el proyecto de Ley de Eficiencia Energética persigue los siguientes objetivos:

- Generar un desacople entre el crecimiento económico y consumo energético del país, con el objeto de contribuir al cumplimiento de la meta de reducir el consumo energético en un 20% al 2025 respecto a un escenario sin EE.
- Grandes empresas energo-intensivas: Establecer mecanismos legales con el fin de fomentar y eliminar barreras a la EE, estableciendo medidas que sean evaluadas y monitoreadas en el tiempo por la autoridad.
- Pequeña Industria, Comercio y Hogares: Apoyar con programas la adopción de buenas prácticas y tecnologías eficientes que permitan reducir el consumo energético de estos consumidores.
- Sector Público: Fomentar el buen uso de la energía en las instalaciones públicas, lo que contribuirá además a un mejor uso de los recursos fiscales, y permitirá el desarrollo de la industria de las ESCOs al alero del sector público.
- Transportes: Reducir gradualmente el consumo energético de este sector a través de estándares de eficiencia para el parque vehicular, y mejorar la información respecto de los consumos energéticos de los distintos tipos de vehículos.
- Vivienda: mejorar la información respecto del consumo energético de las viviendas al momento de la compra.



Asociado al documento Energía 2050, se debe mencionar que dentro de las metas planteadas, existe un compromiso de lograr que el 70% de la matriz energética eléctrica nacional sea cubierta por fuentes renovables (incluyendo gran hidráulica), en tal sentido según datos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), actualmente hay 69 proyectos de generación eléctrica en el SING y SIC que están en construcción, totalizando US\$11.000 millones, los que inyectarán a los sistemas eléctricos una capacidad instalada de 5.358 MW adicionales, la mitad de los cuales son Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Según la Asociación Chilena de Energía Renovables (ACERA), el 2015 fue un año exitoso para este tipo de generación limpia, ya que no sólo se adjudicó el 100% de los bloques de suministro en la última licitación para distribuidoras, sino que además su capacidad instalada aumentó en un 26%, mientras que la energía ERNC reconocida pasó del 6,72% en 2014 al 8,43% de la generación total en 2015.



## 2. Antecedentes generales del sector agroalimentario: Situación y relevancia del sector

Chile en materia económica, desde comienzos de siglo ha trabajado de forma continua en transformarse en potencia alimenticia dada sus características climáticas y apertura económica. Dentro del rubro alimentario, se destacan las frutas frescas, salmón, alimentos procesados (frutas y hortalizas en conserva, deshidratadas, congeladas, jugos, chocolates, galletas, confites y otros productos), vino, lácteos, otros productos del mar y las carnes. Dentro del país, los rubros agropecuarios se distribuyen según la aptitud agrícola del suelo y las características agroclimáticas del sitio, asimismo ocurre para los productos marinos, quienes poseen una atomización mayor. La producción y exportación agropecuaria se localiza entre la tercera y la duodécima región, desarrollándose distintas actividades productivas según el potencial de cada zona geográfica.

En la zona central la actividad agrícola es protagonizada por la fruticultura, encabezada por la producción de uva para consumo fresco y para vino; mientras que en la zona centro sur aparecen los berries, carozos y pomáceas; las cuales son comercializadas tanto frescas, congeladas o procesadas. Lo anterior puede verse claramente en la distribución del PIB Regional, donde la agroindustria posee una mayor importancia entre las regiones de Valparaíso hasta la región de los Lagos.

En la zona central la ganadería extensiva tiene poca importancia relativa, observándose lecherías y crianza de bovinos, ovinos y caprinos, dirigidos principalmente al consumo interno. Así, se presenta un mayor desarrollo de la ganadería intensiva a través de la industria de cerdos y aves.

En la zona sur, la producción agrícola está protagonizada por la ganadería extensiva, dirigida al consumo interno con un incipiente ingreso a mercados extranjeros. La producción de leche está concentrada en la región de los Lagos y de los Ríos, en donde se utiliza un sistema extensivo, y en la región de la Araucanía donde la producción se hace semi-intensiva. La carne de vacuno es producida en su mayoría desde la región de la Araucanía hacia el sur, donde, por el aumento de las lluvias, la pradera comienza a tener mejores rendimientos. La producción ovina en tanto, se concentra en la región de Magallanes, donde la lana y carne es dirigida al mercado internacional.

Por otro lado han surgido nuevas actividades productivas, protagonizadas por nuevos emprendedores, que ayudándose del fomento estatal al riego han incorporado superficie adicional a la agro-exportación. Así, es posible observar en el secano: valles vitivinícolas, exportadoras frutícolas y producción de cerdos y aves. Por otro lado, la superficie agrícola se divide en áreas de cultivos y frutícolas. Dentro del área de cultivo, existen los rubros de hortalizas, flores y cultivos anuales. Estos últimos corresponden a los cereales tanto para el consumo humano, animal o para semillas.

Estadísticamente, según información de ODEPA, SAG e INE; Chile cuenta con una superficie agrícola que alcanza a casi un tercio de la superficie continental del país, incluyendo: 8,5 MM de hectáreas (ha) de aptitud ganadera, 11,6 MM ha de aptitud forestal y 5,1 MM ha arables o cultivables (incluyendo 1,8 MM ha. con riego, 1,3 MM potencialmente regables y 2,0 MM de secano). (ODEPA-INE, 2015)

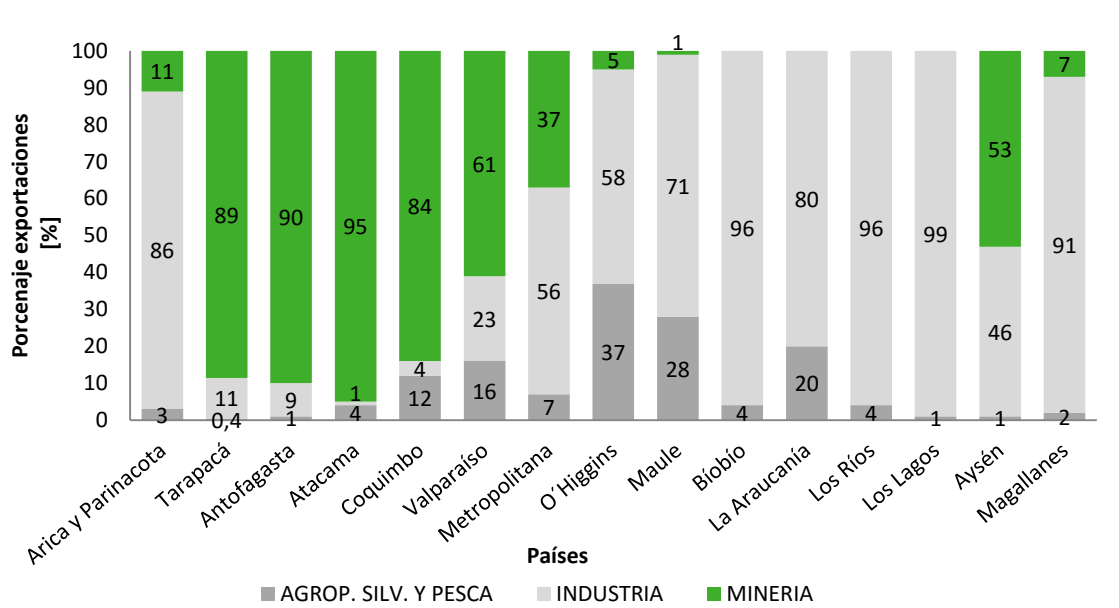
Tabla 1 Exportaciones regionales durante 2014 (en USD MM)

Región	AGROP. SILV. Y PESCA					INDUSTRIA				MINERÍA		Total Región
	Alimentos					Químico	Celulos a papel y otras	Forestal y muebles de madera	Total			
	Frutícola	Total	Salmón	Trucha	Total					Cobre	Total	
Arica y Parinacota	0,3	5	3	10	90	77	1	2	183	11	22	210
Tarapacá	0,4	15	0,0	0	168	235	0	0,2	443	3514	3708	4165
Antofagasta	1	11	1	0	51	1895	0,2	0,1	2052	20578	21446	23508
Atacama	160	202	0,3	0	22	1	0	0	24	3648	4666	4891
Coquimbo	471	505	0,8	0,2	86	19	0,1	0	150	3300	3428	4083
Valparaíso	705	781	5	0	406	175	20	18	1078	2902	2904	4763
Metropolitana	444	721	3	0,3	680	1625	163	78	5873	3067	3883	10476
O'Higgins	1111	1250	3	0	1023	544	3	2	1969	179	179	3398
Maule	693	719	0,9	0	587	8	649	77	1798	16	16	2533
Biobío	98	211	13	1	632	189	2010	2170	5207	8	12	5430
La Araucanía	110	135	0,6	0	134	0,2	330	62	530	1	1	666
Los Ríos	10	22	0,7	0,1	98	0	362	61	607	0	0	629
Los Lagos	26	71	3420	669	4850	69	0,2	54	4986	1	1	5058
Aysén	0,7	2	65	20	119	1	0	0	119	0	138	259
Magallanes	0,1	14	135	1	353	102	0	0	694	1	51	759

Fuente: DIRECON, 2014

Económicamente el sector agroalimentario representa cerca del 23% del volumen exportador con aproximadamente USD MM 17.000 FOB al 2014 (Aduana,2014), volumen que puede aumentar por la realidad económica nacional asociadas a la crisis del cobre y los potenciales agrícolas que posee el país, lo cual asociado a la gran diversidad agroclimática y de suelos del país hace posible el desarrollo de un amplio conjunto de cadenas productivas entre las cuales destacan la fruticultura, la producción de celulosa y maderas, la ganadería de carne y de leche y la vitivinicultura, entre otras. Las exportaciones del sector agropecuario, silvícola y pesquero están fuertemente compuestas por los embarques de fruta en casi todas las regiones de Chile. En ese sentido, de las nueve regiones que vieron aumentar las exportaciones de este sector, en ocho se observaron simultáneamente alzas en las ventas externas de frutas. Entre estas exportaciones destacan las uvas provenientes de la zona norte y centro del país, siendo uno de los productos más relevantes para las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y O'Higgins, mientras que desde la zona centro y sur se distinguen

las manzanas y arándanos, que forman parte importante de las exportaciones de O'Higgins, Maule y la Araucanía.



**Figura 3 Composición sectorial de las exportaciones regionales de Chile, 2014 (%).**

Fuente: DIRECON 2014.

Si bien la minería es la gran fuente de ingresos en el país, se debe considerar la importancia que posee Chile como país generador de alimentos, dadas las múltiples condiciones climáticas que permiten el cultivo y crianza de diversos tipos de vegetales y animales, lo cual sumado al rol social que representa la agricultura en el país, se hace necesario el fortalecer los esfuerzos para apoyarlos en el desarrollo de procesos e implementación de tecnologías que aporte a la disminución de emisiones y además a la reducción de costos asociados a los consumos de energía durante toda la cadena de cultivo y elaboración de alimentos. Paralelamente, si se agrega la alta dependencia del país respecto a los combustible fósiles que se utilizan, nos entrega un escenario desventajoso para la competitividad del sector, lo cual sumado a los altos costos energéticos, hace imprescindible incorporar medidas que aumenten la competitividad nacional, especialmente si existen competidores continentales que poseen mejores condiciones de producción y de costos.



### 3. Aspectos principales de un análisis energético

“La eficiencia energética, el ahorro y la diversificación de energía, el aprovechamiento de energías residuales y de las energías renovables, tienen como principal objetivo obtener un rendimiento energético óptimo para cada proceso o servicio en el que su uso sea indispensable, sin que ello signifique una disminución de la productividad o de la calidad o del nivel de confort del servicio. El término óptimo implica, pues, un compromiso entre los aspectos energéticos, económicos y de productividad o de prestación de un servicio”<sup>2</sup>.

#### 3.1 Auditoría energética

La auditoría energética (AE), constituye una herramienta técnica que permite diagnosticar y mejorar el rendimiento energético de las instalaciones operacionales de una empresa. Es un instrumento capaz de identificar los escenarios donde los consumos de energía se realizan de manera ineficiente, estableciendo oportunidades de mejoras de aspecto técnico y organizacional, siempre en busca de medidas energéticas que se concreten en beneficios económicos. El estudio energético de una organización debe ir precedido de una AE, con la finalidad de determinar los consumos de energía en las instalaciones e identificar posibles fuentes de pérdidas. Su desarrollo permitirá rentabilizar el uso de la energía en la organización, reduciendo a su vez el impacto ambiental de las instalaciones. Las actividades desarrolladas dentro de una AE pueden agruparse en 4 grandes pilares:

- Diagnostico energético
- Evaluación técnico-económica de las alternativas de EE
- Plan de implementación
- Plan de seguimiento y verificación

El diagnostico energético compone sin duda la etapa de mayor relevancia en una auditoría energética ya que define la situación actual, en materia de energía, en la que se encuentra la organización. Se debe considerar que el diagnostico energético debe complementarse a través de la medición de parámetros de interés, tanto térmicos como eléctricos, siendo necesario para esto diversos equipos (analizado de redes, analizador de gases de combustión, sonda termo-higrométrica, entre otros) que proporcionen los datos necesarios para una correcta evaluación. Los principales beneficios que genera una AE son:

- Reducción de costos energéticos, por un mejor uso de la energía
- Aumento de la competitividad de la empresa
- Mejora la imagen de la empresa, ante el público objetivo.
- Extensión de la vida útil de los equipos de la operación

---

<sup>2</sup> Agencia Andaluza de la Energía, 2014

### 3.1.1 Actividades de una auditoría Energética

Las actividades descritas a continuación, fueron definidas en base a la experiencia de la AChEE, auditores externos especializados y la norma de la Organización Internacional de Normalización, ISO 50002:2014 Energy Audits, esta última especifica los requisitos del proceso de realización de una auditoría energética identificando las diferentes etapas, como se muestra en la

Figura 4.

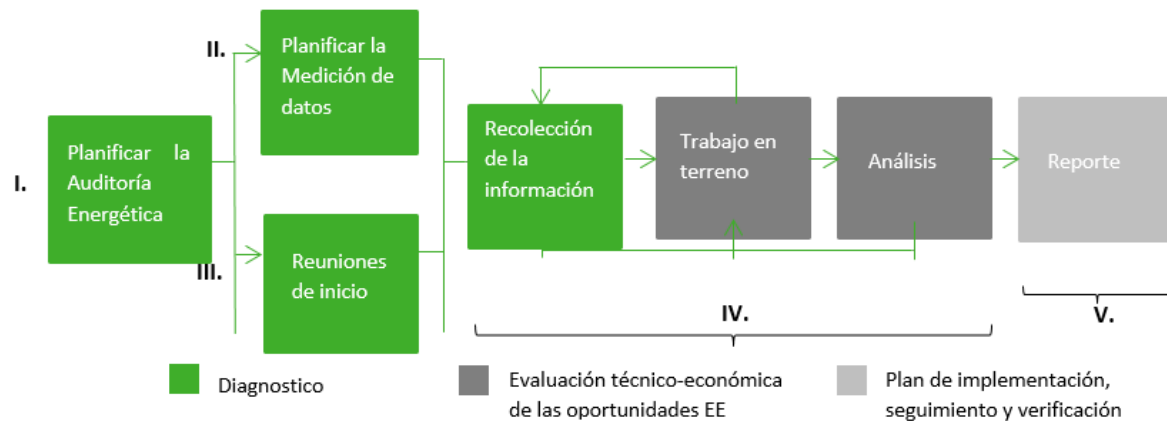


Figura 4 Diagrama de las actividades mínimas a desarrollar en una auditoría energética<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### I. Planificación de la auditoría energética

Etapa inicial del proyecto que busca definir su estructura, estableciendo los objetivos de la auditoría, designando responsables y responsabilidades asociadas a cada una de las partes. Sus principales actividades son:

- Definir objetivos y alcances
- Definir nivel de detalle requerido, identificando necesidades y expectativas
- Establecer información requerida por el auditor
- Definir plazos para completar el proyecto
- Establecer compromisos de tiempo y otros recursos de la organización
- Establecer un encargado del proceso de auditoría dentro de la organización.

#### II. Planificación de la medición de datos

Esta etapa busca dar claridad respecto de las mediciones existentes dentro de la organización, registros tomados y mediciones necesarias de registrar en procesos críticos de trabajo. Sus principales actividades son:

<sup>3</sup> Elaboración propia basada en el diagrama de procesos establecido por la ISO 50002, 2014

- Generar un acuerdo conjunto entre el auditor y la organización, respecto de la recolección de datos existentes y mediciones necesarias de registrar.
- Establecer un plan de medición considerando, uso de instrumentos, variables que son posibles de medir, consolidación de la información levantada.

### **III. Reuniones de inicio**

Tienen como finalidad involucrar a la alta gerencia y el personal clave con el desarrollo de la Auditoría Energética. Se designan las contrapartes del personal clave, se identifican los requisitos normativos de salud y tramitación de accesos a la operación y elementos necesarios para el desarrollo del trabajo en terreno. Sus principales actividades son:

- Reunión de lanzamiento del proyecto a nivel gerencial
- Identificación del personal relevante por área de proceso
- Identificación de actividades extraordinarias relevantes durante el periodo que se ejecute la auditoría energética (Ejemplo: procesos de mantención, paradas de planta, etc.)
- Coordinar permisos de accesos a la operación, implementos de seguridad, normativas internas de la operación, permisos de salud y procedimientos de emergencia.

### **IV. Recolección de información, trabajo en terreno y análisis**

Incluye las etapas que componen la estructura medular de la AE y corresponden al desarrollo de las respectivas actividades. Se trabajan de manera paralela retroalimentándose entre sí como muestra la Figura 4. Para grandes consumidores energéticos, resulta importante describir el tipo de suministro eléctrico (procedencia de la energía, conexión con el proveedor de electricidad, etc.). Es recomendable orientar el análisis de los indicadores de EE, en base a la gestión energética donde se definen distintos tipos de indicadores y la forma de calcularlo.

#### **IV.1 Recolección de la información**

Etapa donde se produce el levantamiento de registros, mediciones y documentación que contiene el total de información, relevante en materias de energía, dentro de una organización. Entre sus actividades se destacan:

- Lista de los procesos y equipos de consumo energético.
- Diagramas de flujo general y por área de los procesos de la organización.
- Información histórica de consumo: consumo energético, variables relevantes y mediciones asociadas.
- Planificaciones futuras que afecten el consumo energético.
- Tarifas energéticas.

## IV.2 Análisis

Dentro de esta etapa comienza el análisis de la información levantada, donde se estructura el comportamiento energético de la empresa. Se comienza con un trabajo descriptivo que establece la distribución de energía, lo que permite dar mayor claridad respecto de los consumos energéticos, ya que se identifican las fuentes de energía empleadas, áreas de mayor demanda, equipos energo-intensivos, costos asociados, entre otros. Las actividades que componen esta etapa son:

- Análisis del consumo y gasto energético
  - Identificación de las fuentes de energía utilizadas en la empresa.
  - Análisis de la distribución de consumo y costos energéticos por tipo de fuente.
  - Análisis de estacionalidad y tendencias del consumo.
  - Elaboración preliminar de indicadores energéticos generales/globales.
  
- Análisis del consumo y gasto energético.
  - Descripción y caracterización del uso energético en los procesos productivos.
  - Identificación de procesos y equipos relevantes para el consumo energético.
  - Análisis de EE de los sistemas/equipos.
  - Identificación preliminar de oportunidades de EE en procesos y sistemas
  - Elaboración preliminar de indicadores energéticos por procesos relevante

## IV.3 Trabajo en terreno

Dentro del trabajo en terreno se deben desarrollar reuniones con las principales áreas de consumo energético, donde se deben presentar los análisis previos de la operación, esto evitará análisis erróneos producto del desconocimiento de variables críticas propias de los procesos específicos. Se realizarán además actividades de medición que permitan validar los registros y documentación presentada por la empresa. Las actividades que componen esta etapa son:

- Validación del análisis previo: procesos y equipos relevantes, indicadores, tendencias de estacionalidad y oportunidades de EE preliminares.
- Identificar uno o más trabajadores de la operación que apoyen en la instalación de registradores de datos y equipos de monitoreo de energía durante la visita en terreno.
- Determinar impactos de rutinas operativas o turnos sobre el comportamiento energético.
- Visita a las instalaciones energo-intensivas.
- Identificación de oportunidades tarifarias/contractuales y levantamiento de nuevas oportunidades de EE.
- Validar que las medidas y observaciones del proceso, hayan sido consideradas bajo características normales de trabajo en la operación.



#### IV.4 Análisis

Etapa que consolida toda la información de la operación, considerando las principales variables de impacto dentro del consumo energético. Se profundiza sobre los análisis previos y se elaboran las oportunidades de mejora. Estas últimas apoyadas por la información entregada en la visita a terreno. Las actividades que componen esta etapa son:

- Descripción, análisis técnico económico de las oportunidades tarifarias y de EE
  - Descripción de las medidas tarifarias y de EE identificadas, (indicando su vida útil, considerando posibles modificaciones a procesos productivos o infraestructura, etc.)
  - Determinación de potenciales ahorros energéticos y monetarios para cada medida, considerando el costo de energía aplicada, beneficios o costos adicionales no-energéticos, aumento de capacidad de producción o productividad, entre otros.
  - Determinación de los costos de implementación y operación.
  - Elaboración de flujo de caja, definir indicadores económico (PRI simple, VAN, TIR)

#### V. Reporte

Etapa con la que finaliza el trabajo de auditoría energética y que se debe complementar a través de una reunión de cierre, donde se presentan los resultados de la AE como un proyecto que permitirá facilitar la toma de decisiones relativas a la EE en la organización.

- Resumen ejecutivo: información que no debe exceder un espacio de 2 planas y su contenido debe comprender metodología, principales resultados y recomendaciones.
- Descripción de la auditoría, objetivo, alcance, tiempo de trabajo, nivel de detalle, plan de medición, declaración de la información representativa y estimaciones realizadas.
- Resultados del análisis energético, identificando fuentes energéticas, consumos relevantes por fuente de energía e indicador global y por procesos relevantes.
- Resumen de las oportunidades evaluadas, descripción, estimación del ahorro energético y variables económicas VAN, TIR y PRI.
- Priorización de las medidas identificadas
  - Resumen del resultado de priorización (oportunidades blandas y duras), indicando los datos más relevantes de su evaluación económica y de ahorro energético.
- Plan de Implementación
  - Indicar requerimientos básicos, operacionales y de mantenimiento para que los ahorros previstos se puedan mantener en el tiempo, (por ejemplo: establecimiento de puntos de operación, procedimientos de mantención o realización capacitaciones necesarias, etc.)
  - Indicar pasos/etapas y tiempos/plazos, para alcanzar una implementación coordinada y exitosa de las medidas (Carta GANTT, eventualmente con explicaciones donde sea necesario, destacar hitos claves)
  - Indicar posibles brechas/obstáculos técnicos y organizacionales.
  - Indicar necesidad de análisis más detallado a oportunidades que lo requieran
- Plan de Seguimiento y Verificación

- Emitir un plan de medición y verificación de los ahorros energéticos alcanzados, por la implementación de las medidas para poder documentar los impactos obtenidos y compararlos con los impactos previstos
- Conclusiones y recomendaciones



## 4. Sistematización de evaluaciones de EE en el sector

Esta sistematización de información consolida los trabajos en materia de EE elaborados por empresas consultoras a nivel nacional y está compuesta por un total de 135 empresas del sector agroalimentario. La información se compone de estudios energéticos elaborados desde el año 2010 a 2015, presentes en las líneas de cofinanciamiento de CORFO y la AChEE, comprendidas en los siguientes programas<sup>4</sup>:

- Pre inversión en Eficiencia Energética (PIEE)
- Diagnósticos energéticos generales (DEG)
- Auditorías energéticas (AE)
- Anteproyectos de inversión en eficiencia energética (AIEE)
- Pre factibilidad de cogeneración (PFCG)
- Factibilidad de cogeneración. (FCG)
- Gerenciamiento técnico para entidades sectoriales (GTES)

En la sistematización de la información extraída de los programas antes mencionados, se consideraron distintas variables de relevancia en materias de EE, estas son: tamaño de la empresa, sector económico, consumo energético (kWh) de electricidad y combustible, producción anual, distribución del consumo energético por proceso y/o equipos, indicadores de desempeño energético levantados, medidas de EE y de mejora; y los potenciales de ahorro energético por las medidas propuestas.

De acuerdo al trabajo realizado, se determinó que ciertas empresas del sector, contaban con un potencial de ahorro energético de hasta 50% de su consumo total de energía. Esto, dependiendo de las tecnologías empleadas y el tipo de medida de EE aplicada.

La consolidación de la información, indicó que el sector agroalimentario cuenta con un potencial de ahorro energético de un 16% considerando el total de las medidas de EE implementadas, junto con la integración de trabajos de Cogeneración<sup>5</sup> y de un 5% considerando sólo la implementación de medidas de EE de manera aislada.

---

<sup>4</sup> Todas las líneas de apoyo que comprenden los proyectos analizados, a excepción del PIEE, fueron administrados por la AChEE, a través de su área de Industria y Minería (I&M).

<sup>5</sup> La cogeneración es la generación simultánea de energía mecánica o eléctrica y de energía térmica útil, a partir de una fuente primaria. (ver

Glosario)

## 4.1 Metodología de Análisis de Datos

El Clasificador Industrial Internacional Uniforme (CIIU), versión chilena (4), permitió la clasificación de los subsectores de mayor relevancia, en contraste con su aporte económico en las exportaciones del país (ver Clasificación de los subsectores (CIIU,4). Posterior a la clasificación y determinación de las variables relevantes, se comenzó el análisis tanto para el total de las empresas que componen la muestra como por los subsectores clasificados. Esta línea de trabajo siguió la siguiente estructura:

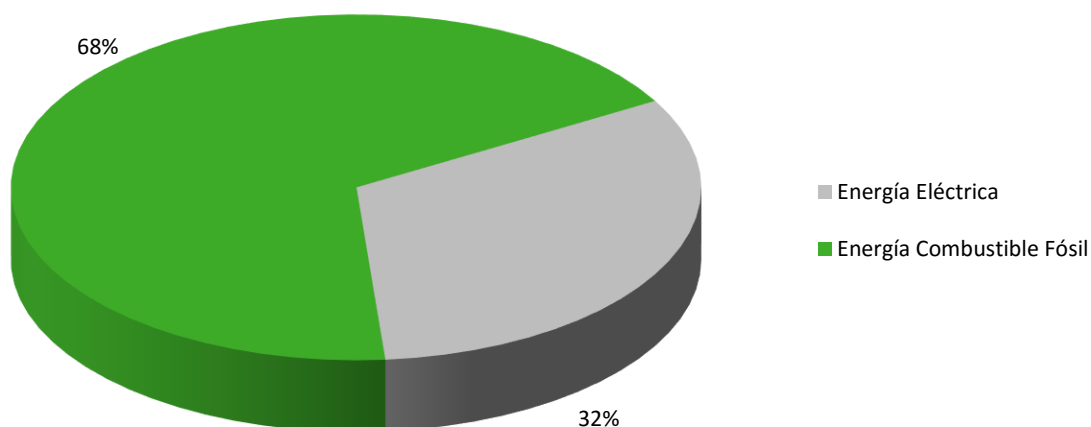
- Se identificaron aquellas medidas de mayor potencial en el ahorro energético e identificaron las fuentes energéticas principales asociadas.
- Se definió un ratio entre el número de medidas térmicas y sus potenciales ahorros, en contraste con el número de medidas eléctricas y sus respectivos potenciales de ahorro. Esto permitió comparar impactos de las medidas asociadas.
- Se definieron subsectores relevantes en función del aporte a las exportaciones nacionales y al número de informes energéticos disponibles.
- Dentro de cada subsector se identificó la distribución energética global (electricidad y combustible) y el uso final de la energía.
- Dentro de cada subsector se identificaron los procesos energéticos más demandante, las medidas energéticas asociadas y sus indicadores de desempeño energético global.
- Se realizaron análisis respecto del comportamiento de los consumos energéticos, a través de regresiones lineales, desviación estándar de la muestra y su contraste con la media, histogramas, entre otros.

## 4.2 Fuentes de Energía

El sector agroalimentario es un rubro muy variado, compuesto por empresas que presentan un gran número de procesos que les permiten obtener sus diversos productos. Dichos procesos requieren del aporte energético para su desarrollo, cuya demanda de energía se satisface a través del uso de dos fuentes energéticas: electricidad y combustibles. Conforme los resultados arrojados por la sistematización de los datos, se determinó que la fuente de energía a base de combustibles es la más demandada dentro del sector, por lo que se justificaría pensar en lo necesario que resulta para las empresas poder detectar oportunidades de EE que apunten principalmente a ésta fuente. Se debe considerar que las medidas de EE relacionadas con el consumo de combustible<sup>6</sup>, registraron a nivel global, un potencial de ahorro casi cinco veces superior a las medidas de EE enfocadas en la fuente eléctrica. Respecto de lo anterior, se destaca que las medidas relativas al consumo de combustible presentaron el 64% del potencial de ahorro energético total de la sistematización, centrándose en los procesos de generación y distribución de calor. La Figura 5 muestra la distribución del consumo energético en el sector agroalimentario, con un consumo de combustibles del 68% y un consumo de electricidad del 32%.

---

<sup>6</sup> Cabe mencionar que esta aseveración considera sólo el consumo energético de combustible y energía eléctrica; y no asocia al de costo de los mismos.



**Figura 5 Distribución de las fuentes energéticas del sector agroalimentario.**

Fuente: Elaboración propia, desarrollo obtenido por la sistematización de proyectos energéticos levantados en empresas del sector

Es de gran importancia conocer la distribución energética del sector, ya que permite focalizar los trabajos de EE respecto de la fuente de energía predominante. Se debe tener en consideración que la demanda energética se abastece mayoritariamente con importaciones a un elevado costo, por ello es relevante conocer cómo las empresas configuran su matiz energética interna, distribuyen sus consumos energéticos por procesos, conocen la repercusión de la energía en los costos y levantan las posibles mejoras que permitirán reducir estos últimos, en base a la implementación de medidas de EE.

Relativo a la distribución de energía del sector, es importante visualizar el impacto asociado a las emisiones de GEI, específicamente de CO<sub>2</sub>. La Tabla 2 muestra los respectivos factores de emisión (FE) de los distintos energéticos utilizados.

**Tabla 2 Factores de emisión de los distintos energéticos utilizados en el sector agroalimentario.**

Energético	Factor de emisión [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Gasolina	0,25
Kerosene	0,26
Diésel	0,27
Petróleo N°6	0,28
GLP	0,23
GNL	0,25
Carbón	0,34
Electricidad SING	0,79
Electricidad SIC	0,36
Biomasa	0
Pellet	0

Fuente: Elaboración propia basada en el inventario de Emisiones de GEI para PyMEs del Ministerio de energía

Considerando las distintas empresas que componen la sistematización de información y sus respectivos consumos energéticos, se obtiene una relación comparativa de las fuentes de energía donde las emisiones de CO<sub>2</sub>, por consumo de combustible, resultan ser 1,4 veces mayor que las emisiones por consumo eléctrico (ver Figura 5), tomando en cuenta que esta última es una fuente secundaria de energía y su FE es mayor que el de los combustibles. (Ver Tabla 2)

Existen otras alternativas asociadas con la sustentabilidad que ayudan a mitigar los costos de energía dentro de una organización. Si bien la implementación de medidas de EE resultan ser una herramienta poderosa a la hora de buscar reducción en los costos energéticos, la opción de ERNC como la instalación de módulos fotovoltaicos, uso de biomasa, entre otros; resultan ser una opción viable para los ahorros de una empresa. Cabe considerar que las ERNC son un cambio de la fuente energética, lo que no les permite ser consideradas como EE; sin embargo su impacto en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y su carácter sustentable las hace ser una herramienta atractiva de implementar en las distintas empresas del sector. (Ver capítulo 4.7.3)

#### 4.2.1 Electricidad

Dentro del sector, la energía eléctrica abastece una gran cantidad de sistemas consumidores tales como: el movimiento de las líneas productivas, cintas transportadoras, sistemas de refrigeración e impulsión de fluidos (sistemas de bombeo), entre otros. En Chile la energía eléctrica proviene principalmente de fuentes fósiles (63%) y energía hidroeléctrica (34%), concentrada mayoritariamente en la zona sur del país. (Ministerio de Energía, 2014)

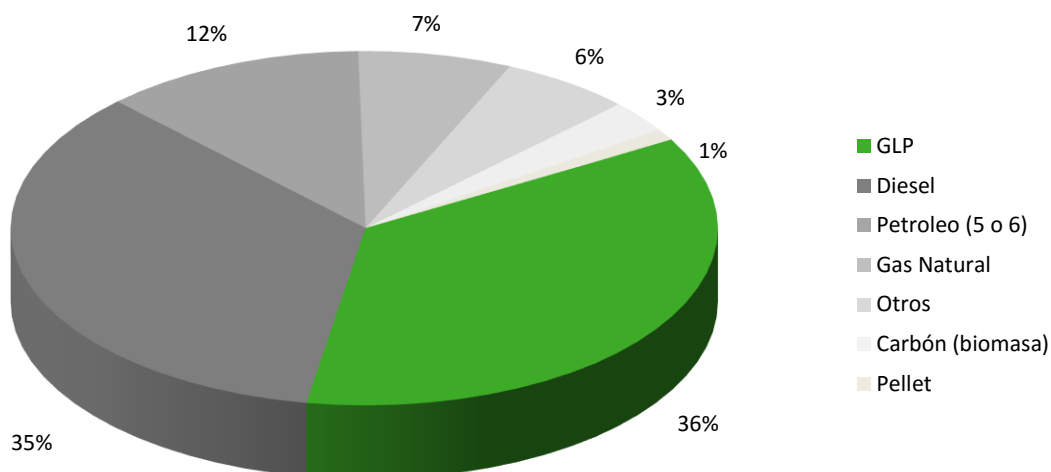
#### 4.2.2 Combustibles

En el sector, el uso de combustibles, mayoritariamente fósiles, se encuentra asociado a la generación de energía térmica y eléctrica. Las actividades relativas al control de cargas patógenas como el escaldado, pasteurizado y esterilizado, entre otros; corresponden a procesos que requieren en mayor medida un uso de energía térmica en forma de calor, no obstante en muchas empresas es posible observar el uso de combustibles para la generación de electricidad, a través de sistemas eléctricos de respaldo (generadores o grupos electrógenos), utilizados comúnmente en los periodos de horas punta.

La Figura 6 muestra la distribución en el uso de combustibles<sup>7</sup>, mostrando una gran inclinación por el uso de gas licuado y diésel con un total conjunto del 69%.

---

<sup>7</sup> La biomasa y el pellet son considerados combustibles primarios provenientes de recursos naturales disponibles en forma directa y tienen factor de emisión cero, por ser parte del ciclo del carbono.

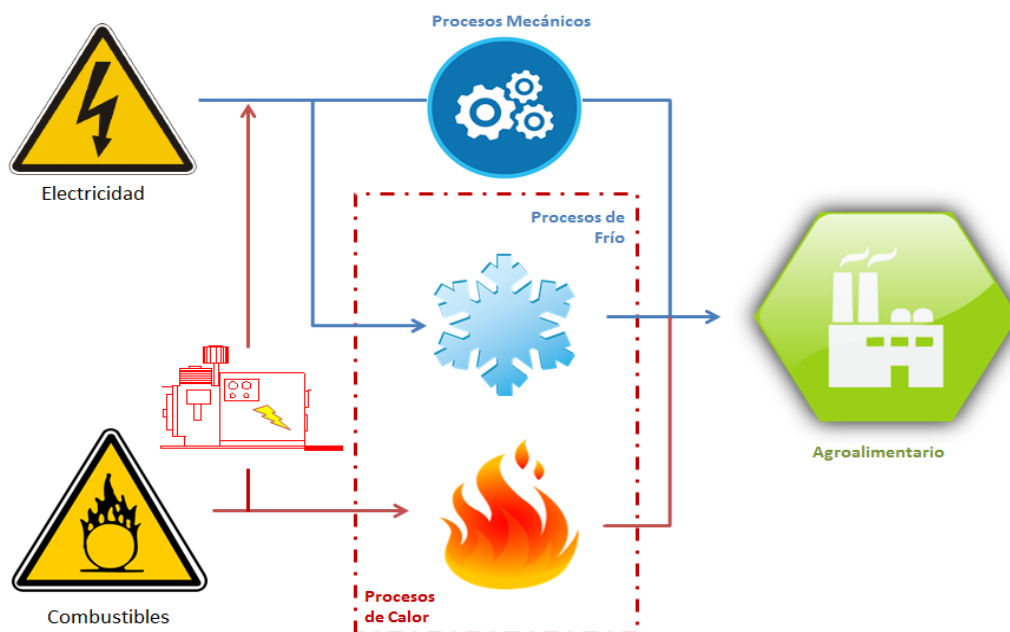


**Figura 6 Distribución uso de combustibles del sector Agroalimentario.**

Fuente: Elaboración propia, desarrollo obtenido por la sistematización de proyectos energéticos levantados en empresas del sector.

### 4.3 Caracterización de las oportunidades energéticas del sector

El sector agroalimentario se caracteriza por ser altamente diverso, presentando una gran variedad de procesos productivos que aprovechan la energía disponible para así generar el producto final. Los procesos unitarios involucrados pueden clasificarse como muestra la siguiente figura:



**Figura 7 Esquema simplificado procesos sector agroalimentario.**

Fuente: Elaboración propia



Como ya fue visto en capítulos anteriores el consumo energético se realiza a través de las dos fuentes principales de energía (electricidad y combustible), sin embargo para esta clasificación se considera la relevancia del parámetro “temperatura” dentro de los procesos de producción y elaboración de productos alimenticios. Un procedimiento térmico ya sea producción de calor o extracción del mismo (frío) puede generarse a través de las dos fuentes de energía antes mencionada lo que, basado en esta nueva distribución, realza la importancia de los procesos térmicos en el sector, ya que se presentan como los grandes consumidores energéticos con un 70% del total, considerando la información sistematizada en el sector agroalimentario.

#### 4.3.1 Pilares de las medidas de eficiencia energética

Las medidas de EE se caracterizan por ser acciones que se enfocan en la optimización del uso energía asociada a los procesos productivos de una organización. Una correcta aplicación genera incrementos en el rendimiento energético de las empresas, maximizando la relación entre la producción y el uso de electricidad/combustible. Es posible visualizar 3 pilares que definen los tipos de medidas de EE.



Figura 8 Criterios para definir las medidas de EE.

Fuente: AChEE 2015.

#### 4.3.2 Categorización del potencial energético por medida EE.

Las medidas de EE identificadas dentro de un proceso productivo particular, deben ser analizadas de manera técnica y económica, con datos operacionales que permitan proporcionar una visión real del impacto de las mismas. De esta forma, es posible identificar sus ahorros de energía eléctrica, térmica y la reducción de los costos asociados.



El análisis económico permitirá determinar los costos de implementación y operación de cada medida, además de presentar los indicadores necesarios para realizar la debida evaluación del proyecto (PRI, VAN, TIR, etc.). En la Tabla 3, se aprecia el potencial de ahorro por medida de EE determinado tras la sistematización, categorizando las oportunidades de mejora en términos de EE, en base a 3 variables: el ahorro energético, inversión inicial y periodo de retorno de la inversión.

**Tabla 3 Clasificación de las medidas de EE, asociado a la sistematización realizada.**

Ahorro Potencia	Inversión <sup>8</sup>	PRI <sup>9</sup> [años]	Descripción
3% - 10%	Bajos	0 – 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recambio de luminaria</li> <li>○ Capacitación del personal</li> <li>○ Gestión de la energía</li> </ul>
10% - 25%	Bajo - medio	2 – 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Motores equipos (VDF, MAE, otros)</li> <li>○ Mejoras sistemas de frío</li> <li>○ Aislación cañería</li> </ul>
25% - 40%	Medio- alto	4 – 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recuperación de calor</li> <li>○ Aislación de calderas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, desarrollo obtenido por la sistematización de proyectos energéticos levantados en empresas del sector

## 4.4 Procesos térmicos, producción de calor

En el sector agroalimentario, el uso de la energía térmica para la producción de calor a través de combustibles fósiles, es altamente empleado en los diferentes procesos productivos y tiene como principal foco el control de las cargas patógenas del producto. Dentro de los subsectores agroalimentarios, es posible identificar aquellos procesos que tienen la mayor demanda de esta fuente energética. Un ejemplo de anterior, son los procesos de escaldado, pasteurización, lavado de fruta, envasado aséptico, entre otros.

La industria de la carne presenta una formulación variada de sus procesos, desde los criaderos y producción de alimento para los animales, hasta mataderos y procesamiento de la carne. Aquellas empresas del rubro pecuario especializadas en la cría de animales y la generación de sus alimentos (ganadería intensiva), cuentan con una distribución casi equitativa de sus fuentes energéticas, considerando que el 46% del total de su demanda, proviene de combustibles y es destinada a la generación de calor a través de la producción de vapor y agua caliente.

La nivelación de temperatura del aceite de los depósitos y la calefacción de los criaderos, se presentan como los principales procesos de consumo de calor, siendo posible alcanzar desde un 25% hasta un 50% de la demanda total de energía de la organización.

<sup>8</sup> La inversión no se expresa de manera cuantitativa puesto que cada proyecto cuenta con sus propios criterios de evaluaciones económicas.

<sup>9</sup> Ver glosario

Por otro lado aquellas empresas elaboradoras de productos cárnicos, como faenadoras de cerdos y pollos, cuentan con un consumo térmico cercano al 60% del total de la energía demandada en sus procesos. La generación de vapor y agua caliente, son los principales productos de la fuente térmica de calor y son aplicados a los procesos de escaldado, pelado del animal, limpieza (bandejas y ganchos), esterilización y envasado termo contraíble, entre otros. Los consumos energéticos alcanzados en los procesos anteriormente mencionados, pueden ir desde un 25% hasta un 55% de los consumos energéticos totales de la organización.

Dentro del sector frutícola, aquellas empresas productoras de fruta fresca cuenta con procesos térmicos que tienen como principal objetivo la inactivación de los microorganismos y de las enzimas nativas que alteran los alimentos. Su distribución de la energía térmica asociada con la producción de calor y consumo de combustible, es cercana al 20%.

Los principales usos térmicos de calor se presentan en el proceso de Packing, específicamente en el lavado de la fruta y posteriormente su secado. Dichos consumos energéticos, pueden ir desde un 5% hasta un 25% de los consumos energéticos totales de la organización.

En el subsector elaborador de productos marítimos, específicamente conservas y congelados de pescado y moluscos, se presentan elevados consumos energéticos relativos a la quema de combustibles, los que son cercanos al 70%. El uso de esta fuente térmica de calor, tiene por objetivo la generación de vapor a través de calderas, que posteriormente se emplea en procesos de acondicionamiento, Shucker (cocedores a presión), cocción, entre otros. Los principales procesos térmicos de calor de una empresa de este rubro, pueden presentar consumos que van desde un 35% hasta un 80% de la demanda energética total de la organización.

Aquellas industrias que pertenecen al sector Vitivinícola, presentan un consumo energético para la producción de calor cercano al 45% de la energía total utilizada, siendo su principal objetivo la generación de agua caliente para procesos demandantes de calor como son: la fermentación, la fermentación maloláctica, el calentamiento de barricas y el lavado. La demanda energética en los procesos térmicos anteriormente mencionados, puede alcanzar consumos desde un 20% hasta un 40% del total de la empresa.

#### **4.4.1 Equipos de alto consumo energético en la generación de calor**

Dentro de la gran variedad de procesos presentes en las distintas empresas del sector agroalimentario, se dispone de un sin número de equipos que permiten aprovechar la energía disponible para cumplir con los requerimientos de trabajo y así generar el producto final. A continuación se describen los equipos más utilizados en la producción de calor.

**Calderas:** Equipo destinado al calentamiento de agua o un fluido térmico (aceite) y a la generación de vapor.

Las calderas pueden ser clasificadas tomando en cuenta diversos aspectos técnicos: sistemas de combustión, combustible, método de circulación de agua en los tubos, presión, temperatura, etc. Las más utilizadas son las calderas pirotubular (circula gases por los tubos), las cuales son generalmente pequeñas; las calderas más grandes son de tipo acuotubulares (circula agua por los tubos) y operan a mayores presiones. (AChEE, 2015)

El funcionamiento de la caldera puede estar dado por distintos combustibles como carbón, diésel, GLP, biomasa, etc. Son equipos de alta demanda energética que cuentan con rendimientos entre 80% - 90%, con pérdidas de calor tanto en producción como en el sistema de distribución en la red que pueden alcanzar un 15%, por lo que la energía útil entregada varía entre un 65% a un 75%. (Agencia extremeña de la Energía, 2014)

**Hornos:** Equipos utilizados en el calentamiento de insumos, cocido de fruta, verduras y otros productos. Estos equipos poseen un alto consumo energético pues utilizan grandes cantidades de combustible, electricidad (más costosa, eficiente y limpia) o fuente indirecta (aceite, agua o vapor) para alcanzar las temperaturas de operación requerida. La fuente de energía en hornos es bastante relevante ya que depende del material a procesar.

La EE de un horno es la razón entre el calor entregado al material (calor útil) respecto del calor aportado al horno, a esto se asocian las pérdidas energéticas que sufre el equipo como en gases residuales, combustión, manejo de material en el equipo, sistemas de enfriamiento del equipo, por radiación y convección, infiltración de aire y el calor demandado por la estructura del equipo. (AChEE, 2015)

**Secador:** Equipo utilizado en el secado del material, extraen agua o humedad de la carga introducida hasta un nivel deseado. Aquellos equipos que extraen la humedad utilizando aire o gases calientes se conocen como secadores convectivos, mientras que los equipos en que el flujo de calor ocurre a través de una pared o placa de metal se conocen como secadores de contacto. Dentro de las variables relevantes en el proceso de secado, se encuentra: la temperatura, humedad y velocidad de aire.

Además se deben conocer conceptos como humedad absoluta, que corresponde a la razón entre la masa de agua y la masa de material seco. Humedad relativa del aire, que corresponde a la razón entre el contenido de humedad del aire a una determinada temperatura y el contenido de humedad del aire saturado a la misma temperatura. Humedad crítica, que corresponden al contenido de humedad hasta la cual la tasa de secado es constante. Humedad de equilibrio, que corresponde a la humedad de un material higroscópico a la cual está en equilibrio para su conservación.

En términos de consumo de energía, resulta totalmente ineficiente secar un material bajo su humedad de equilibrio si dicho material posteriormente será almacenado o usado en contacto con la atmosfera. (AChEE, 2015)

#### 4.4.2 Medidas de EE más comunes para procesos térmicos de calor

A continuación se presentan medidas de EE asociadas a los distintos equipos y procesos de calor anteriormente mencionados.

**Recuperación de calor en calderas:** Dentro del sector agroalimentario los sistemas encargados de la producción de calor en las instalaciones, resultan sin dudas, ser uno de los más energo-intensivos en lo que respecta a la demanda energética, por ello, las medidas de EE aplicada a equipos de producción y distribución de calor son altamente priorizadas dentro de varios subsectores de la industria. Muchas veces las ineficiencias energéticas, es decir consumos innecesarios de la energía, no sólo se relacionan con el funcionamiento de la maquina en sí, sino que también con la operación de la misma. De ahí la importancia de identificar el rendimiento de los equipos y cuantificar las pérdidas térmicas con el fin de minimizarlas.

Entre algunas problemáticas que podemos identificar se destacan: pérdidas asociadas a combustión y gases de salida en calderas. Los gases de combustión que salen de la caldera a temperaturas elevadas aún presentan energía posible de reutilizar<sup>10</sup>, precalentando agua o aire de combustión, disminuyendo con esto la demanda de combustible.

Los economizadores son intercambiadores de calor que permiten que los gases de escape cedan su calor a un flujo de agua, mientras que para el calentamiento de aire de combustión se utilizan equipos pre-calentadores.

Otras medidas de recuperación de calor son a través de la expansión del agua de purgas para producir vapor y calentar el agua de alimentación de la caldera, o la reutilización de condensados para precalentar el agua de alimentación, esta última medida tiene posibilidades de recuperar entre un 50% a 60% del vapor generado. (Agencia extremeña de la Energía, 2014)

**Recuperación de calor en sistemas de distribución:** En los sistemas de transporte de fluidos calientes (piping), mayormente se producen problemática asociadas a pérdidas de calor, se por las diferencias térmicas existentes entre el fluido caliente del proceso y el medio circundante. Para evitar pérdidas de energía del fluido más caliente, es necesario mantener una correcta aislación térmica, mientras más elevada sea la temperatura en la tubería o red de distribución del fluido caliente, más rentable resulta la implementación de esta medida.

La reducción de fugas de vapor, problemática presente en los sistemas de distribución de vapor, intercambiadores de calor, serpentines, etc., se debe solucionar a través de una correcta mantención de los equipos (revisiones periódicas). Utilizar *trampas de vapor* dentro de las líneas de vapor, recolectando y aprovechando los condensados, permite ahorrar energía y agua,

---

<sup>10</sup> Es importante considerar que existe un límite por debajo del cual no es posible enfriar los gases 150 -175 °C, ya que se podría producir importantes corrosiones en conductos. (Manual Eficiencia Energética MYPES, UCATEE)

convirtiéndose en una medida atractiva que presenta un promedio de retorno simple de la inversión de 2 años. (AChEE, 2015)

**Operación de equipos:** Dentro del desempeño habitual del equipo es necesario evitar trabajar a cargas parciales, ya que un trabajo a plena carga reduce el ratio entre consumo energético por unidad procesada.

Buscar la automatización completa del control de los equipos térmicos, reduciendo tiempos de carga y descarga, permite un mejor funcionamiento del proceso. En calderas, chequear la eficiencia de la combustión y ajustar el exceso de aire (reducción del 5% en el exceso de aire aumenta la eficiencia de la caldera en un 1%, una reducción de un 1% en el oxígeno residual en gases de la chimenea aumenta la eficiencia del equipo en un 1%).

**Evitar incrustaciones:** Es relevante considerar la composición de minerales presentes en el agua que se utilizará en una caldera. Aguas con alto contenido de sales de calcio y magnesio (aguas duras) pueden provocar incrustaciones dentro de equipos donde existen gradientes térmicos (calderas, intercambiadores de calor, piping que transporta agua caliente o vapor, otros), estas incrustaciones son extremadamente perjudiciales en los equipos de operación ya que corroe el material, aumenta la carga energética en sistemas de bombeo y en aquellos sistemas de intercambio térmico, dificultando el traspaso del flujo de calor.

El tratamiento de agua de una caldera de vapor o agua caliente es una de las principales medidas preventivas para asegurar una larga vida útil del equipo y reducir los problemas operacionales, reparaciones de importancia, accidentes y consumos excesivos de energía.

Para evitar las incrustaciones que puedan generarse dentro del piping, es posible utilizar un sistema de bolas de goma, que periódicamente deben ser impulsadas a través de las tuberías y los tubos de intercambiadores para arrastrar consigo las partículas de suciedad que se acumulan (incrustaciones). Esta limpieza es continua y no requiere de paradas dentro la operación. Considerar material con bajo nivel de rugosidad (liso), dentro de un recambio en tubería, puede ser otra medida para evitar incrustaciones frecuentes.

**Medición y control de humedad en aire de salida de secadores:** En equipos de secado es conveniente asegurarse que el aire de salida de los extractores tenga la correcta humedad absoluta, ya que niveles bajos de ésta, serán señal de una ineficiencia en el sistema. En consecuencia el aire removido de los últimos extractores, será evacuado con una mínima cantidad de agua y con un importante calor sensible, por lo que será necesario analizar la posibilidad de reinyectar éste aire exhausto caliente hacia una de las etapas anteriores del proceso.

Dentro de las posibilidades para la recuperación de la energía se propone reinyectar el aire hacia las primeras etapas, ya que en ésta el secado del producto se encuentra menos susceptible a sufrir alteraciones en la cinética del secado con diferentes condiciones de ingreso de aire. Esto se debe

principalmente a que el producto que ingresa a etapas tempranas, se encuentra con una mayor cantidad de agua en suspensión, la cual opone una menor resistencia al proceso de retiro, situación que no se presenta en las otras etapas del secador.

## 4.5 Sistemas de generación frío

La fuente térmica para la generación de frío (extracción de calor) es altamente empleada dentro del sector agroalimentario: procesos de almacenamiento de alimento, enfriado de carnes, desposte, guarda de vino, entre otros; son algunos de los procesos de mayor demanda energética en base al requerimiento de frío. El principal uso por parte de la industria, es la conservación de los alimentos para su posterior venta, siendo posible identificar aquellos subsectores que tienen mayor demanda de este proceso, dentro del sector.

El subsector agroalimentario, que centra sus procesos en la elaboración de fruta fresca, cuenta con consumo energético, destinado a los sistemas de frío, que suelen bordear desde un 60% hasta un 70% del total eléctrico demandado por empresas del subsector.

Los principales procesos térmicos de generación de frío dentro de esta actividad, son el embalaje y conservación del producto, siendo sus equipos más relevantes los túneles y cámaras de frío, quienes pueden representar una demanda de un 20% hasta un 80% del consumo total de energía de la empresa.

Aquellas empresas que dentro de sus actividades elaboran productos cárnicos, como son las faenadoras<sup>11</sup> y procesadoras de embutido, cuentan dentro de sus principales procesos demandantes de frío, la refrigeración del producto, ésta se consigue a través de cámara de refrigerados y túnel de congelados. Los consumos energéticos alcanzados por estos tipos de sistemas, puede representar en la empresa entre un 15% hasta un 30% de los consumos totales de la energía.

En empresas pertenecientes al rubro de elaboración de productos marítimos, específicamente congelados de moluscos y pescado, la alta demanda por la fuente térmica de frío se centra en los procesos de enfriamiento, congelado y almacenamiento del producto. Sus principales equipos que componen los sistemas de frío basados en compresión son: condensadores, evaporadores, válvula de expansión y compresor. (ver 4.5.1 Equipos de alto consumo energético en la generación de frío). Dichos equipos presentan un consumo energético dentro de la organización que puede ir desde 10% hasta un 50% del total de la demanda de energía.

En el subsector vitivinícola, las empresas presentan una demanda de los sistemas de frío para procesos de climatización de áreas, maceración, desborre en cubas, fermentación, clarificación y estabilización. Estas etapas presentan acondicionamiento en frío y su demanda energética puede variar desde un 5% hasta un 30% del consumo total de energía de la empresa.

---

<sup>11</sup> La sistematización considera empresas faenadoras de cerdos y pollos.

### 4.5.1 Equipos de alto consumo energético en la generación de frío

La generación de frío en el sector agroalimentario se presenta como un proceso indispensable que permite prolongar la estabilidad de los productos en el tiempo. Algunos sólo se mantienen a bajas temperaturas para evitar su maduración prematura, otros sin embargo se congelan para ser envasados en diferentes formatos. Los consumos energéticos asociados a la generación de frío pueden llegar a presentar un elevado porcentaje del consumo eléctrico de la organización (como fue mostrado expuesto anteriormente).

Los sistemas de frío pueden clasificarse en 3 grandes grupos:

- Generación de frío por compresión de vapor.
- Generación de frío por absorción
- Generación de frío por expansión de aire o gas.

La generación de frío por compresión es el sistema más comúnmente utilizado y están compuestos fundamentalmente por un compresor, condensador, un evaporador, una válvula de expansión y un depósito del fluido refrigerante.

En la generación de frío por absorción, el compresor es sustituido por un sistema que incluye un absorbedor, una bomba y un generador. Este sistema presenta una ventaja respecto del ciclo por compresión ya que demanda menos electricidad no obstante su capex es más elevado. La generación de frío por expansión de gas, en la industria, sólo tiene aplicaciones en sistemas criogénicos con temperaturas bajo los 50 °C, por lo que no son considerados en este documento.

Equipos relevantes en los sistemas antes mencionados:

**Compresores:** Equipo de trabajo de mayor consumo energético dentro del sistema. Entre los compresores más utilizados se destacan, compresores centrífugos que trabajan con poca fricción, son de alta eficiencia en trabajo con grandes cargas, ventaja frente a una economía de escala y versatilidad en refrigerantes a utilizar. Entre sus desventajas se cuenta una relación de compresión baja.

Por otro lado los compresores recíprocos multietapas, son equipos eficientes que trabajan con alta presión, su consumo es mínimo en condiciones de operación en vacío y requiere menor frecuencia de mantenimiento, los ahorros energéticos alcanzados al sustituir por este equipo es cercano al 25%. (Agencia extremeña de la Energía, 2014)

**Condensadores:** Equipos que cubren la etapa de condensación donde se extrae el calor del fluido refrigerante. La condensación se compone por tres sub-etapas; des-sobrecalentamiento del gas

caliente que proviene del compresor, condensación intermedia y finalmente el sub-enfriamiento del líquido refrigerante.

Existen tres tipos de condensadores que utilizan distintas modalidades para enfriar, estas son; condensadores enfriados por agua, condensadores enfriados por aire y condensadores evaporativos.

**Evaporadores:** Equipos dentro de los sistemas de frío, encargado de extraer el calor del ambiente y proporcionárselo al refrigerante (equipo enfriador); son variados los tipos y las aplicaciones por lo que su clasificación se realiza según el medio o sustancia a ser enfriada. Enfriadores de aire, enfriadores de líquido y productores de hielo.

**Válvula de expansión:** Dispositivo que se encarga de regular la inyección de refrigerante líquido en los evaporadores. El dispositivo se autorregula a través de un sensor termostático situado en la parte superior de la válvula, el cual se encuentra en función del recalentamiento que pueda sufrir el refrigerante. Por esto la válvula de expansión funciona como un dispositivo que separa las zonas de alta y baja presión.

Otros sistemas relevantes:

**Chillers:** Sistema de refrigeración tipo package para producir agua fría, en él, todos los equipos de un sistema de frío señalados anteriormente se encuentran integrados. Existen Chillers que pueden operar a la vez como calentadores, aprovechando el calor de condensación del refrigerante.

#### 4.5.2 Medidas de EE más comunes para procesos de generación de frío

Los sistemas de extracción de frío antes mencionados componen los procesos de refrigeración tan utilizados en el sector agroalimentario, en este apartado se presentan una serie de medidas relativas a los distintos equipos y sistemas de distribución (tuberías, válvulas, etc.) para evitar consumos energéticos innecesarios.

**Diseño del sistema:** Se debe tener en cuenta la hora de realizar la instalación frigorífica que ésta debe estar adecuada a la demanda de frío, el dimensionamiento de la superficie de transferencia de calor debe ser el correcto y un el funcionamiento de los compresores tiene que ser a máxima eficiencia. En éste último se puede considerar la posibilidad de segmentar la etapa de compresión en 2, la suma de los consumos parciales es menor que el de la compresión en una sola etapa. Es posible llegar ahorros energéticos del 20%.

Una manera de maximizar el EER de la instalación (potencia frigorífica / potencia eléctrica demandada para generación de frío) es a través de la proximidad de equipos de frío. En ocasiones donde exista más de un equipo de frío, la proximidad en la disposición de los mismos puede reducir la superficie de contacto con el ambiente lo que permite una reducción de los consumos.



**Evitar los aporte de calor:** En los equipos de frío una gran carga térmica de calor produciría un descenso en la eficiencia del sistema, por lo que resulta indispensable contar con una correcta aislación térmica, ya que la producción de frío usualmente es más cara que la de calor. Aquellos aislantes utilizados en cámaras frigoríficas, deben tener una menor tendencia a la absorción agua para evitar condensación ya que reduce la capacidad aislante del material, se debe considerar en su elección un material con bajo coeficiente de transmisión de calor, un correcto espesor de aislante que no suponga un excesivo costo, para este último puede tomarse como referencia pérdidas en paredes de cámaras de refrigeración entre 8 a 9 [W/m<sup>2</sup>] y en cámaras de congelación entre 6 a 7 [W/m<sup>2</sup>]. (IDAE, 2007)

En galpones aclimatados, en los que continuamente se transita para la ejecución del trabajo, es necesario delimitar espacios de una manera funcional y eficiente, esto, con el objetivo de mejorar la eficiencia de la instalación y reducir los consumos de los equipos generadores de frío. Para ello la incorporación de cortinas de lamas de PVC, resulta una solución económica para preservar los ambientes del polvo, humos, humedad y mantener un control de la temperatura.

**Aprovechar la energía disipada:** La reutilización de calor en la etapa de condensación, dentro de un sistema de frío, ocurre con un refrigerante a alta temperatura y presión que al pasar por el condensador transfiere su energía térmica a la atmosfera, por lo que en este punto es posible utilizar el calor generado, ya sea para obtener agua caliente sanitaria, fundir hielo acumulado en otros evaporadores, precalentar agua de calefacción, etc.

**Correcta operatividad:** Revisar que la carga térmica aportada por los distintos elementos dentro de cámaras de frío, sea la requerida a enfriar ya que la temperatura al interior de la ésta variará conforme a la disposición de elementos. Esto implica que, una mayor carga térmica innecesaria dentro de la cámara, demandará un mayor trabajo del sistema y por ende mayor consumo energético.

Mantener la hermeticidad de las cámaras de frío también resulta de alta importancia, el cierre de puertas y mantención de la aislación de la cámara. Esto se complementa a través de la incorporación de cortinas de aire o cortinas de lamas de PVC. Revisar que la temperatura del aire que ingresa al compresor no sea suficientemente alta ya que, aire muy caliente posee mayor volumen y menor masa lo que obligara al compresor a trabajar más tiempo para comprimir la misma masa de aire.

Mantención de los equipos del sistema, limpieza de condensadores, des escarchado de los serpentines del evaporador, cambio aceites de compresores, control de incondensables, limpieza de aletas del compresor, cambio filtros de aire, entre otros. Una buena mantención dentro del proceso puede alcanzar hasta un 25% de la reducción de los costos de operación.

## Recambio por equipos de mayor eficiencia:

Tabla 4 Ahorro energético por el cambio a equipos de mayor eficiencia.

Equipos	Ahorros energéticos del equipo [%]
Ventiladores de alta eficiencia para el evaporador y condensador	3 – 15
Compresores de alta eficiencia	6 – 16
Modificadores de presión	3 - 10
Condensadores evaporativos	3 – 9
Controles anti humedad	14 – 20
Amplificadores de presión de la línea líquida	20
Dispositivos eficientes anti escarcha	25
Sub-enfriamiento ambiental	1-9

Fuente: Agencia Extremeña de la Energía España 2014

## 4.6 Procesos Eléctricos

El uso de la energía eléctrica dentro de las empresas del sector agroalimentario es extenso, su demanda se centra en el movimiento de las líneas productivas<sup>12</sup>. Mayoritariamente la energía eléctrica utilizada, proviene de fuentes fósiles distribuidas a lo largo de todo el país, seguido de las hidroeléctricas que se concentran principalmente en la zona sur de Chile. Respecto de los subsectores más relevantes del agroalimentario, es posible identificar aquellos procesos más demandantes de esta fuente de energía.

El subsector dedicado a cultivos de frutas y/o verduras, presenta una alta demanda de electricidad dentro de sus procesos. La energía eléctrica es utilizada principalmente en equipos de impulsión de agua, dentro de los distintos sistemas de riego.

Equipos de impulsión, como las bombas, cubren la mayor parte de la demanda energética dentro del sector, cuyos consumos asociados representan entre un 50% hasta un 90% del total de energía consumida.

Las empresas que desempeñan actividades relativas a la cría de animales (ganadería intensiva), específicamente ganadería intensiva, cuentan dentro de sus procesos demandantes de energía eléctrica, aquellos destinados a la generación de alimentos para los animales. Motores eléctricos de equipos de molienda y prensado, son los principales consumidores de electricidad y pueden alcanzar consumos energéticos desde un 30% hasta un 60% de los consumos totales de energía de la empresa. Las empresas elaboradoras de productos cárnicos, como faenadoras de cerdos y pollos, cuentan con variados procesos y equipos demandantes de energía eléctrica, entre los que se pueden identificar,

<sup>12</sup> Este apartado se centra en equipos motrices de funcionamiento eléctrico, sin embargo no son considerados aquellos equipos que componen los sistemas de frío ya que fueron tratados de manera separada por su relevancia térmica. Vistos en el capítulo anterior.

sistemas electromecánicos, sistemas de transporte de producto, uso de aire comprimido, sistemas de bombes y ventiladores. Los consumos energéticos alcanzados por los equipos anteriormente mencionados, pueden ir desde un 5% hasta un 20% del total de energía consumida por una empresa tipo.

Aquellas empresas productoras de fruta fresca cuentan dentro de sus procesos más demandantes de electricidad, equipos de transporte, como motores eléctricos de grúas horquillas o motores de líneas de selección y empaque; y sistemas de impulsión, como bombas de agua u otros fluidos. Dichos equipos presentan demandas energéticas que pueden variar desde un 5% hasta un 15% del consumo total de la energía.

En aquellas empresas pertenecientes al sector vitivinícola presentan una gran demanda energética del tipo eléctrico. Procesos de estabilización, fermentación y de guarda, son básicamente los de mayor demanda de esta energía.

Los equipos de mayor consumo eléctrico dentro de este subsector son bombas de impulsión, prensas, cintas de transportes y filtros (cabe reiterar que no se consideran los sistemas de frío). Asociado a estos equipos la demanda eléctrica puede ser desde un 10% hasta un 50% de los consumos totales de energía de la empresa.

#### 4.6.1 Equipos de alto consumo energético

Los motores eléctricos son máquinas que permiten convertir la energía eléctrica en energía mecánica por la interacción de los campos magnéticos que se generan entre el estator y los bobinados del rotor. Estos equipos industriales se pueden clasificar como motores de inducción, motores de corriente continua y motores sincrónicos.

Como fue visto en el capítulo anterior, un importante porcentaje de la energía eléctrica total de una empresa del sector, está destinada a transformarse en energía motriz, para posteriormente ser utilizada en procesos como bombeo, ventiladores, correas transportadoras, maquinaria en general. A continuación se señalan los equipos motorizados de alta relevancia dentro del consumo energético eléctrico.

**Bombas de impulsión:** El uso de bombas para la movilización de fluido es extensivo, sus tareas pueden ser movimientos de combustible, riles, pulpas o concentrados, agua, etc. Los equipos utilizados para estos fines generalmente son bombas centrifugas, las cuales se alimentan con energía eléctrica. El consumo energético asociado a este tipo de equipo es cercano al 10% dentro del sector agroalimentario.

**Cintas transportadoras:** Equipos enfocados al desplazamiento de material o unidades de producto. Forman sistema de carácter continuo que utiliza una cinta de caucho o material elástico, el cual es

movido por uno sistemas de polines o poleas motrices, los cuales están vinculados a un motor eléctrico que entregan la energía necesaria para el movimiento de la carga.

**Hornos eléctricos:** Equipos generalmente más limpios, fáciles de mantener, de mayor eficiencia y fáciles de controlar que los otros tipos de hornos convencionales alimentados por combustibles, no obstante se debe considerar que muchas veces el costo del kWh eléctrico es mayor que el térmico.

**Prensa:** Equipo que a través de una carga aplicada comprime un material. Dentro del sector este equipo es utilizado ampliamente para la extracción de líquido que se encuentra contenido en una fruta (orujo, olivos, etc.). Esta operación se realiza mediante equipos de prensa continua o discontinua y prensa neumática.

**Molinos:** Es una maquinaria de pulverización utilizada para reducir el tamaño del material tratado, altamente utilizados en la generación de aceite de oliva y la producción de vino. El tipo de equipos es variado destacándose el molino vertical, de baja producción y alto consumo energético, el molino de martillo, el molino disco y el molino listello rotante; este último de menor consumo energético.

#### 4.6.2 Medidas de EE más comunes para equipos de consumo eléctrico

**Ley de Afinidad:** El ajuste a la velocidad de operación de un motor eléctrico se presenta como una oportunidad de ahorro energético importante en los sistemas de bombeo. Existe una relación entre caudal, velocidad, altura y consumo energético, en equipos motriz como ventiladores, extractores, sopladores o bombas centrífugas, que puede ser explicada a través de una proporción matemáticas. La relación expone que incrementos en la velocidad tiene un efecto cubico del incremento en la potencia que tiene que entregar el motor, un ejemplo puede ser que un 1,1% de incremento en la velocidad de impulsión se traduce en un 3,4% del incremento en su potencia.

Lo anterior justifica por qué la instalación de variadores de frecuencia (VDF) para el ajuste de la velocidad de giro de motores con cargas variables, generan ahorros energéticos importantes entre un 20% a un 25% con un PRI de 2 a 4 años, dependiendo del motor en el que se instale el VDF (para equipos menores de 15 [HP] la implementación no es viable económicamente).

Otros dispositivos que traen buenos resultados son los reguladores electrónicos y los arrancadores suaves. Los primeros resultan un método útil cuando dentro de los sistemas de impulsión, se realiza regulación de caudal a través de válvulas o compuertas, y su tiempo de utilización es superior a las 2000 horas. La variación a través de reguladores de velocidad es el más usado ya que evita golpes de ariete, en equipos de bombeo.

El segundo dispositivo anteriormente mencionado, arrancadores suaves, evitan las problemáticas asociadas en el arranque de un motor a plena carga, como son los sobreesfuerzos de torsión y los consumos excesivos de energía (un motor en el arranque puede consumir hasta 7 veces más que en

su funcionamiento nominal). Por esto es que, éste tipo de solución beneficia no sólo el consumo energético sino también extiende la vida útil del equipo y regula los peaks de energía.

**Operación de equipos:** La correcta operación de los equipos motrices permite un adecuado uso de la energía. Dentro de este contexto, es necesario evitar operar los equipos bajo una carga nominal, de lo contrario su eficiencia, factor de potencia y corriente de placa se ven afectados. De igual forma, la sobrecarga de los equipos resulta también perjudicial: un ejemplo es una cinta transportadora que trabaja sobrecargada en peso, lo que provocará que ésta se doble dificultándose el transporte, deteriorando el equipo y aumentando su consumo energético. Por otro lado es necesario realizar inspecciones constantes del trabajo de los equipos, identificando aquellos motores que son posibles de apagar cuando no está en uso (operación en vacío).

**Recambio de equipo:** Una de las principales oportunidades de ahorro de energía aplicada de manera reiterada es el reemplazo de unidades motrices por otras de mayor eficiencia. Es de considerar que el funcionamiento de los equipos motrices cuentan con una distribución en sus costos donde a lo largo de su vida útil, el precio de compra supone el 2,5% del total mientras que el consumo energético representa el 96% de sus costos siendo los gastos de mantención el 1,5% restante. Lo anterior es relevante a la hora de seleccionar un motor alta eficiencia, ya que su consumo energético será la variable determinante dentro de sus costos dentro de su vida útil. (Schneider, 2009)

De acuerdo con la clasificación CEMEP (European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics) existen tres niveles de eficiencia en motores eléctricos que se clasifican como:

- EFF1, motores de alta eficiencia
- EFF2, Motores de rendimiento mejorado
- EFF3, Motores estándar

Conforme a lo señalado por la Agencia Extremeña de la Energía en su documento de trabajo EE en empresas del sector agroalimentario, es recomendable la adquisición de motores eléctricos de acuerdo a:

- Con 2000 [horas/año], los motores EFF1 son siempre más eficientes
- Para tiempos cortos, los motores EFF2 son la mejor solución.

**Mejora del factor de potencia:** El factor de potencia, aparece en una instalación eléctrica en la que existen equipos que poseen dispositivos de inducción, los cuales requieren de dos tipos de energía para su funcionamiento: activa, para realizar trabajo útil, y reactiva, para crear y mantener campos electromagnéticos (esta última no genera trabajo útil). El valor del FP puede variar entre 0 y 1, sin embargo si es menor a 0,93, la compañía distribuidora procede a multar a los usuarios. La razón de

esto es que si todos tuvieran un factor de potencia bajo, los costos operacionales del distribuidor asociados a la transmisión y transformación de la energía se incrementarían.

La modificación al factor de potencia evita cobros por multas ( $FP < 0,93$ ) y la reducción de reactivos, que ensucian la red. Su compensación evita el deterioro anticipado de equipos eléctricos, reduce el efecto joule en líneas de distribución y la sobrecarga de la fuente, reduciendo las capacidades entregadas por la generación.

Para efectos de análisis del factor de potencia, es recomendable evaluar además la presencia de armónicos en la red, estableciendo si se encuentran dentro de los límites de la norma (IEEE Std 519-1992, Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems).

Un FP bajo es posible mejorarlo instalando un dispositivo conocido como banco condensador o capacitor, sin embargo una mala instalación en un sistema que cuenta con impedancias predominantemente inductivas puede incrementar la problemática asociada, ya que promovería la formación de resonancia armónica.

**Reducir armónicos en la red:** Los armónicos son múltiplos de la frecuencia fundamental de un sistema de energía eléctrica, estos pueden ser caracterizados en términos de corriente o voltaje. Cuando las corrientes armónicas se encuentran en un sistema eléctrico, se dice que éste es de “baja calidad”, o que es un “sistema sucio”. Esta puede inducir problemáticas como sobrecalentamiento en los conductores, reducción del factor de potencia, disparos de interruptores automáticos, pérdidas de capacidad de suministro de potencia en transformadores debido al deterioro de su aislamiento, entre otros.

La causa de la generación de armónicos son la conexión de aquellos dispositivos cuya salida de corrientes no es sinusoidal, cuando la entrada si lo es. Frecuentemente son aquellos equipos que convierten la corriente alterna en corriente continua.

Una forma de reducir el nivel de armónicos en la red, es a través de la instalación de filtros de armónicos sintonizados que corresponden a bancos condensadores con reactancias conectados en serie, estos dispositivos también pueden proporcionar una corrección del factor de potencia.

Los dispositivos como los filtros armónicos permiten reducir o eliminar los armónicos, incrementando con esto la vida útil de los equipos, un 32% en máquinas monofásicas, un 18% en trifásicas y un 5% en transformadores (Schneider Electric, 2009).

**Desconexión de transformadores:** En operaciones que comprenden trabajos estacionales, se considerar una buena medida el dejar sin energía los transformadores fuera del periodo de operación. Muchas son las empresas de la industria que cuentan con periodos donde no hay

producción, y las actividades de las plantas se reducen al mínimo, aun así sus instalaciones se mantienen energizadas, lo que se convierte en consumos energéticos innecesarios.

Los transformadores por el hecho de estar conectados, aún sin estar suministrando energía a otros equipos, demandan por si mismos una potencia y por lo tanto un consumo de energía, la que se estima equivalente a 2% de su capacidad nominal, generado por las llamadas “pérdidas de cobre y de hierro”.

Una propuesta interesante de análisis es el desmontar los bastones que conectan los transformadores a la red de alta tensión, dejándolos des energizados en los periodos en que, los sistemas de riego no están operativos. Esto evitará el consumo de energía y demanda de potencia, generando una reducción del costo asociado. Adicionalmente, se generará otro efecto de ahorro al reducir el arrastre de potencia en horas punta, que se cobra en el periodo fuera de punta.

**Recambio de polines:** El reemplazo de este dispositivo dentro de las correas de transporte, por polines de menor coeficiente de roce, genera ahorros en el consumo específico del equipo, reduciendo la electricidad consumida por tonelada transportada. El bajo coeficiente de roce o resistencia al giro bajo carga (N), asociado a un indicador de excentricidad superior al nivel estándar, producen ahorros energéticos y proporcionan además confiabilidad dentro del mecanismo de transporte. En empresas de otros rubros, se han identificado ahorros energéticos de hasta un 12% respecto del consumo de eléctrico y un aumento en la disponibilidad de transporte dentro de la correa intervenida.

**Recambio de luminaria:** La iluminación es uno de los sistemas consumidores de energía más comunes dentro de todo tipo de instalación industrial, éste se caracteriza por ofrecer la posibilidad de conseguir ahorros económicos de manera sencilla, rápida y con una gran facilidad de verificarlos, una vez que los planes de acción para reducir el consumo estén puestos en marcha.

El ahorro energético posible de alcanzar dependerá de la tecnología inicial con la que cuente la empresa, las horas que se mantienen encendidas las luminarias y las medidas de EE que sean implementadas.

Es importante destacar que realizar ahorros energéticos en equipos de iluminación no significa reducir el nivel lumínico exigido por la norma aplicable, sino más bien es realizar mejoras bajo el concepto de eficiencia energética, que implica hacer lo mismo o más, utilizando una menor o la misma cantidad de energía respectivamente.

Existen diversas alternativas de reducción en el consumo de energía eléctrica basado en iluminación, muchas de las cuales no representan altos desembolsos de dinero. Ciertas medidas de iluminación no sólo se centran en el recambio tecnológico (cambiar lámparas menos eficientes por LED o equipos de inducción magnética), ya que también es posible alcanzar ahorros energéticos a través de los sistemas de control automático de encendido y apagado de luminaria (relojes astronómicos,

sensores de movimiento o interruptores crepusculares) y por medio de la concientización del personal respecto de la importancia del ahorro energético y la creación de hábitos relativos a la eficiencia energética.

## 4.7 Medidas Transversales

### 4.7.1 Sistema de Gestión de la Energía (SGE)

Si bien las auditorías energéticas permiten desarrollar un acercamiento a la implementación de mejoras dentro de una organización, éstas no tendrán efecto alguno si no se desarrolla un programa de trabajo sistemático asociados a los temas energéticos, de tal forma que se pueda garantizar la sostenibilidad de la EE dentro de la organización.

Básicamente un SGE es el desarrollo de diversas actividades, basadas en temas técnicos, culturales y organizacionales que buscan la implementación de la EE a través de un ciclo de mejora continua, basados en los fundamentos energéticos de una institución.

La experiencia muestra que el optimizar el uso de energía sólo con soluciones tecnológicas no contribuye a la maximización de ahorros, ya que estas iniciativas deben estar asociadas a un programa de trabajo que permita el mantener los ahorros en el tiempo, por tal motivo es necesario unir las tres dimensiones que permitan sustentar el Sistema de Gestión de la Energía (SGE), los cuales son lo Técnico (Evaluación y análisis de consumos energéticos), lo Organizacional (Estructura y manejo del SGE que pueda dar cumplimiento a las metas y objetivos de ahorro), y lo Cultural (Comportamientos y prácticas desarrolladas por los operadores y personal asociados a los equipos y sistemas que impactan en el desempeño energético de la organización).



Figura 9 Triángulo Ciclo de Medición, Análisis y Plan de Acción (MAPA)



Uno de los aspectos claves dentro de todo proyecto de EE, y en especial dentro de un SGE, es la importancia de monitorear y verificar el desempeño energético y los ahorros de un determinado proyecto, para lo cual es fundamental desarrollar estrategias que permitan contribuir al cumplimiento de estos objetivos. Básicamente, esto se estructura a partir del triángulo MAPA (Medición, Análisis y Plan de Acción), que muestra de forma simplificada la ejecución técnica de un SGE.

Una de las formas como desarrollar un SGE, es a través de una implementación basada en la Norma ISO 50001, la cual establece los requisitos que debe tener un SGE en una organización para sistematizar la mejora de su desempeño energético, el aumento de su EE y la reducción de los impactos ambientales. Así como el incremento de sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan, sin sacrificio de la productividad.

Esta norma internacional puede ser utilizada para certificación del SGE, auto-declaración de cumplimiento o, simplemente, para sistematizar las mejoras en la gestión energética, con el fin de reducir el impacto ambiental de las actividades de la organización y minimizar sus costos operativos. Además un SGE basado en ISO 50001 facilita la integración con otros sistemas de gestión, por ejemplo: calidad (9001), medioambiente (14001), seguridad y salud ocupacional (OHSAS 18001). Lo anterior, dado que los requerimientos estructurales de todas las normas antes mencionadas son coincidentes.

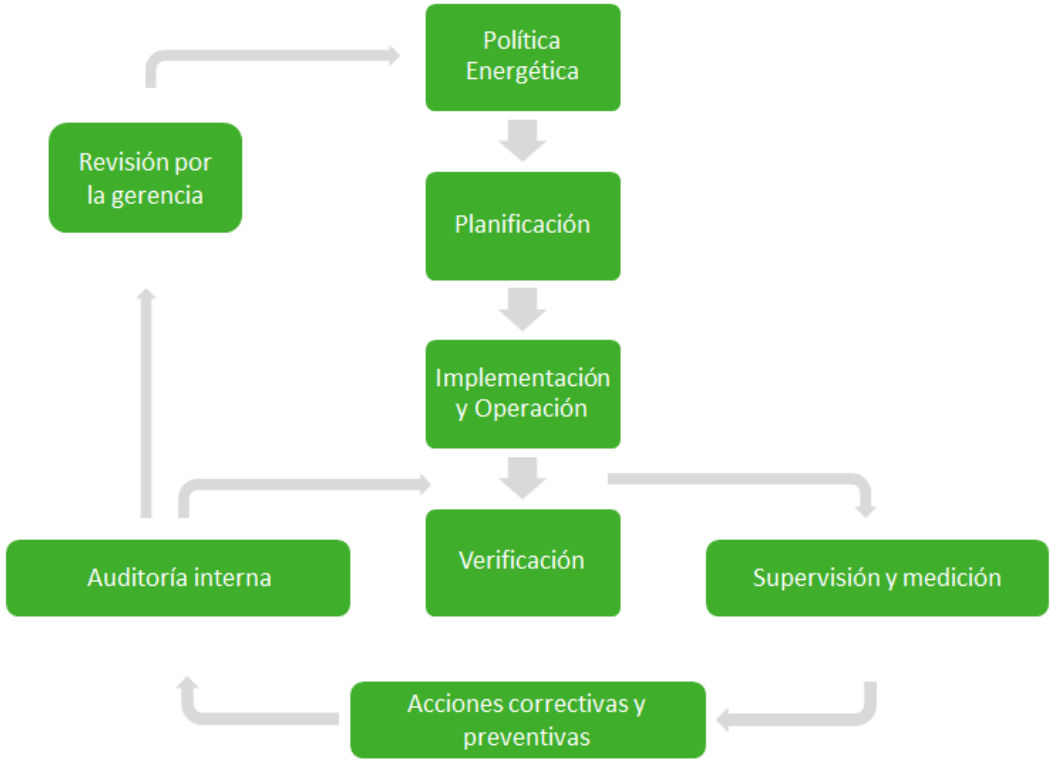


Figura 10 Estructura ISO 50001 basado en la metodología de mejora continua.

Esta norma, como cualquier otra ISO, responde al desarrollo del Ciclo de Deming, que considera la siguiente estructura:

- Planificar (PLAN): Entender el comportamiento energético de la Organización para establecer los controles y objetivos necesarios que permitan mejorar el desempeño energético.
- Hacer (DO): Implementar procedimientos y procesos sistematizados, con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.
- Verificar (CHECK): Monitorear y medir procesos y productos en base a las Políticas, Objetivos y características claves de las operaciones y reportar los resultados.
- Actuar (ACT): Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño energético en base a los resultados.

### **¿Qué ventajas tiene un SGE?**

Los SGE cuentan con ventajas de alto impacto en los consumos energéticos, de aquellas empresas que implementa y mantienen el sistema dentro de sus procesos, entre ellas se destacan:

- Reducción de los costos de energía (Es la única Norma ISO que permite esta ventaja).
- Reducción de gases de efecto invernadero
- Reduce el impacto que tiene un consumo innecesario de energía promoviendo la Sustentabilidad de los procesos.
- Aumento de la rentabilidad a través de la reducción de los consumos y costos energéticos.
- Aumento de la competitividad de la empresa.
- Mejora de la imagen pública de la organización al presentarse ante la sociedad como una empresa comprometida y responsable con el medio ambiente.

Según la AChEE, los pasos iniciales a seguir cuando una empresa quiere implantar un sistema de gestión energética serían los siguientes<sup>13</sup>:

- Entender en qué consiste el SGE y cuáles son sus requisitos.
- Conocer los procesos de producción que está siguiendo la empresa en este momento y cuáles son los documentos y registros de los que dispone.
- Asignar tareas en función de los recursos de tiempo y personas. Se debe realizar un análisis de las nuevas funciones que se desprenden de la implementación del Sistema de Gestión Energética, para posteriormente, asignar dichas funciones a las personas.
- Es importante valorar la disponibilidad de tiempo de las personas que tienen que asumir las nuevas tareas.

---

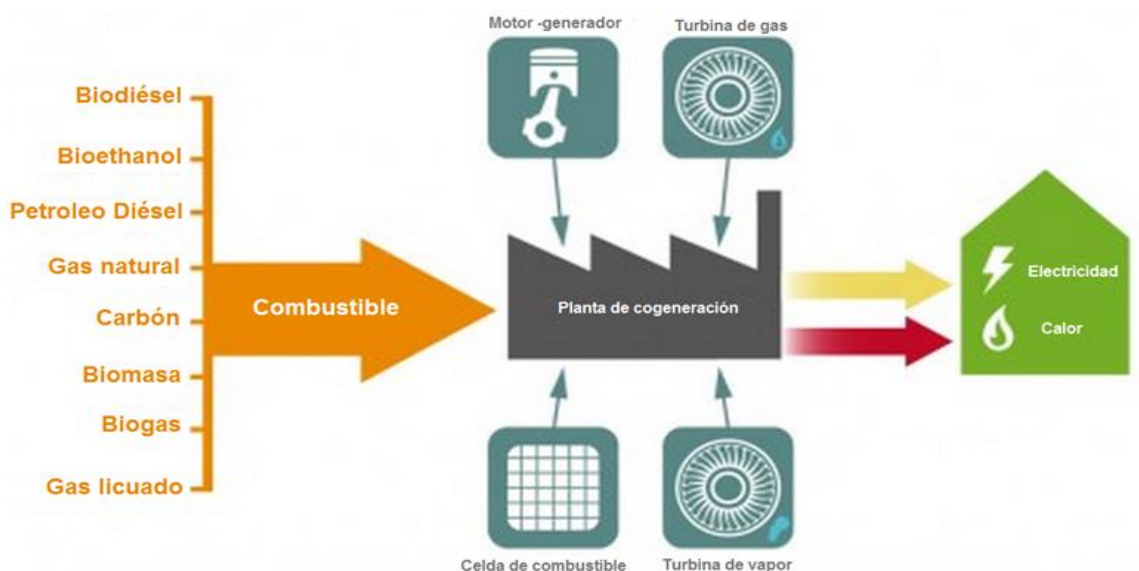
<sup>13</sup> Para mayor información se puede consultar la Guía de Implementación de Sistemas de gestión de la Energía Basada en ISO <http://guiaiso50001.cl/implementacion/>

- Una vez valorados estos aspectos preliminares, la Alta Dirección de la empresa debe decidir la idoneidad de implantar un sistema de gestión energética en su organización.
- En el caso en que decida adoptar el SGE, la Alta Dirección deberá involucrarse de forma activa y explícita para que el sistema sea eficaz.

#### 4.7.2 Cogeneración

Cogeneración es la producción simultánea de energía mecánica o eléctrica y energía térmica útil, a partir de una fuente única de energía primaria. En este contexto la energía térmica cogenerada puede ser desde frío, hasta calor en cualquiera de sus formas.

En cuanto a la cogeneración de electricidad, puede corresponder sólo a autoproducción, inyección de los excedentes a la red y/o exportar excedentes a otros usuarios. Respecto de la cogeneración de calor, la situación es análoga: puede ser calor sólo para autoabastecimiento o se pueden exportar excedentes de calor; cualquiera de estas combinaciones es cogeneración. La Figura 11 presenta una ilustración respecto del principio de la Cogeneración.



**Figura 11 Principios de la Cogeneración**

Fuente: Curso de Introducción a la Cogeneración, JHG.

Los sistemas de cogeneración se clasifican en dos grandes categorías:

- Sistema topping, son los más frecuentes, la fuente de energía primaria se utiliza para generar energía mecánica que se transformará en electricidad; la energía térmica residual del equipo se convierte a una forma más útil, como vapor. Es utilizada por empresas donde el requerimiento no es tan elevado.

- Sistema de bottoming, la energía primaria se utiliza directamente para satisfacer los requerimientos térmicos del proceso y la energía térmica residual o de desecho, se usará para la generación de energía eléctrica.

La cogeneración es técnicamente posible cuando coexisten demandas eléctricas y de calor ubicado relativamente cerca; la estabilidad de dichas demandas facilita un proyecto de cogeneración. Sin embargo, existe la tecnología para operar en condiciones de demandas variables.

La mayoría de los proyectos de cogeneración en operación en Chile son con biomasa y turbinas de vapor en el sector forestal. Existen otros desarrollos en menor proporción con carbón, algunos derivados del petróleo y excepciones con gas natural; el potencial de cogeneración estimado para el sector industrial es cercano a 1375 MWe. (Ministerio de energía, 2014)

La gran ventaja de la cogeneración es su mayor eficiencia energética respecto de la generación separada de electricidad y calor, ya que aprovecha calores residuales de los equipos motrices usados comúnmente para la generación de electricidad, como: turbinas de vapor, turbinas de gas y motores de combustión interna. A su vez da mayor seguridad de abastecimiento eléctrico y reducción de emisiones a nivel global.

Considerando un caso óptimo de cogeneración, el reemplazo total de la electricidad y calor útil por cogeneración con alta eficiencia, pueden obtenerse ahorros de hasta un 25% del consumo total de energía primaria.

Si bien la cogeneración produce reducción de emisiones a nivel país, en el sitio donde se instalará se verá incrementados los niveles de emisiones respecto de una situación sin proyecto, (esto si es que la fuente primaria utilizada es un combustible fósil). Por ello es necesario evaluar su viabilidad en zonas latentes o saturadas de contaminación.

### **4.7.3 Energías Renovables No Convencionales (ERNC)**

Las energías renovables se constituyen de fuentes energéticas obtenidas de medios naturales en teoría inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre estas fuentes de energía están: la solar, hidráulica, eólica y mareomotriz. Dependiendo de su forma de explotación es posible considerar además, la proveniente de biomasa, geotermia y biocombustibles.

El uso de ERNC permite mitigar los problemas asociados a las fuentes tradicionales basadas en combustibles fósiles, como múltiples problemas de tipo económico (aumento sostenido de precios del petróleo, carbón o gas) y ambientales (emisiones de GEI, especialmente CO<sub>2</sub>). Por esta razón, la búsqueda y aplicación de nuevas fuentes de energía más limpias y renovables, desplazando el empleo combustibles fósiles, se han hecho imperativo a nivel global.

Es importante destacar que una medida de EE se presenta como una herramienta que genera energía limpia, denominada energía evitada, la cual comprende una energía que NO se produce porque deja de necesitarse, la implementación de oportunidades de EE alude a reducir el consumo de energía mejorando o manteniendo la calidad de la prestación o servicio. Por otra parte las ERNC representan cambios de fuentes energéticas, por lo que su aplicación no es considerada una medida de EE, no obstante su uso promueve la sustentabilidad, contribuye a la diversificación y disminuye la vulnerabilidad externa, por ello su alta relevancia e interconexión con las materias de EE. (Ministerio de Energía, 2015)

A nivel país el gobierno se ha fijado el compromiso de impulsar el desarrollo de estas alternativas de suministros, a través de dos líneas de acción complementarias<sup>14</sup>:

- El perfeccionamiento de la Ley General de Servicios Eléctricos
- La implementación de instrumentos de apoyo directo a iniciativas de inversión en ERNC

El estímulo al desarrollo de las ERNC es una estrategia tanto para aumentar la seguridad de suministro - diversificar las fuentes de generación, y reducir la dependencia externa - como parte del desarrollo sustentable del sector energético. Entre sus beneficios se destaca:

- Costos de generación estables. Independientes de costos de derivados del petróleo. Contribuyen a disminuir la incertidumbre del precio a largo plazo de la energía.
- Suministro confiable en escalas temporales largas: Poca variabilidad interanual (eólica, biomasa, geotermia), a excepción de la pequeña hidráulica.
- Menores plazos de maduración y construcción (eólica, biomasa, pequeña hidráulica), a excepción de la geotermia.
- Proyectos pequeños o modulares y distribuidos geográficamente, lo que brinda flexibilidad para adaptarse al crecimiento de la demanda sistémica y local.
- En términos generales, las ERNC son de menor impacto ambiental (local y global).
- Pueden contribuir a valorizar zonas degradadas o de bajo valor. Por ejemplo, proyectos eólicos en zonas de secano costero.
- Pueden contribuir a diversificar los giros de negocios de diferentes actividades industriales y agropecuarias (uso de residuos de biomasa).
- Oportunidades para el desarrollo tecnológico o de industria de servicios propios (geotermia, biomasa, biogás).

#### **4.7.4 Ajuste en la fuente energética**

La correcta gestión de la demanda energética en periodos de horas punta representa una componente considerable si se piensa en los costos energéticos. Los cargos asociados generan un

---

<sup>14</sup> Para mayor información visitar: [http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14\\_portal\\_informacion/la\\_energia/ernc.html](http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14_portal_informacion/la_energia/ernc.html)

impacto importante dentro de la factura eléctrica, que dependiendo del factor de carga de la planta, pueden representar entre un 15% a un 30% del total de la factura. Si bien esta oportunidad no corresponde a una medida de eficiencia energética sus ahorros de dinero la hacen una medida atractiva dentro de las operaciones. Es posible manejar la magnitud de demanda energética de un proceso sin alterar su funcionamiento, no obstante mientras mayor sea la complejidad de éste, mayor será la dificultad de ejercer acciones de control efectivo y seguro sobre su demanda.

Dentro de la facturación, la medición de la demanda se efectúa a través de los medidores instalados por la compañía eléctrica, lo que integran la energía consumida en períodos consecutivos de 15 minutos y registran el mayor consumo producido durante cada mes. Existen controladores automáticos que permiten reducir la demanda energética en los periodos punta, así como también controladores operacionales de los grupos generadores de una empresa, para evitar este tipo de cobros.

#### **4.7.5 Mantención de equipos**

Una correcta mantención, es un procedimiento fundamental que permite sostener el control y correcto funcionamiento de los distintos equipos de los procesos productivo de una empresa. Evita consumos excesivos de energía, averías que produzcan reparación o recambio de equipos, reducción de la vida útil de los dispositivos, entre otras problemáticas asociadas.

Existen tres tipos básicos de mantenimiento, el predictivo, el preventivo y el correctivo. La eficacia de estos es asociada a variables como el personal disponible para efectuar el trabajo, costos, tiempos de trabajo, repuestos en stock, etc..

El mantenimiento predictivo, se basa en un monitoreo constantes al comportamiento del trabajo de los equipos, lo que permite realizar predicciones respecto de las posibles fallas que puedan presentarse, esto conlleva la sustitución o reparación de los mismos. El diseño de estos seguimientos es vital para la correcta operación de esta modalidad, se debe considerar datos históricos, datos operacionales, operarios disponibles, entre otros.

El mantenimiento preventivo, corresponde al diseño de un programa continuo de inspecciones que permitan el desmontaje total o parcial del equipo a fin de revisar el estado de sus elementos con la finalidad de reducir los riesgos de fallos. Como principal inconvenientes de esta modalidad se destacan los costos asociados a las inspecciones.

El mantenimiento correctivo, como su nombre lo indica, es una acción que involucra la mantención una vez que el equipo haya presentado falla, su principal ventaja es que tiene bajo costo de inspección y reparación. Es necesario aplicar esta modalidad en equipos de bajo costo y que no sean críticos dentro del proceso.

Un ejemplo de una correcta mantención en equipos de producción de calor como las calderas es la conservación de los equipos libres de incrustaciones, limpieza de las camas de combustión evitando así la concentración de hollín, cenizas o escombros. Esto último aportará directamente en el ahorro energético del equipo (un depósito de 3 mm de hollín puede aumentar el consumo de combustible de un 2% a un 3%).

En los equipos de sistemas de frío, la limpieza de condensadores, descarchado de los serpentines del evaporador, cambio aceites de compresores, control de incondensables, limpieza de aletas del compresor, cambio filtros de aire, entre otros, producen ahorros considerables en los costos operativos del sistema. No obstante lo anterior, en consideración del sistema general de frío, es posible lograr ahorros sustanciales conservando un ambiente térmico favorable, esto a través de la correcta mantención de la hermeticidad de las cámaras de frío, cierre de puertas y mantención de la aislación térmica.

Enfocado en otros equipos motrices una correcta limpieza de las aletas de disipación de calor, aplicación de grasa o aceite de alta calidad (reduce fricción), y un número de rebobinado del equipo igual o inferior a 2 veces dentro de su vida útil, son algunas de las acciones necesarias a considerar para mantener éste tipo de equipos en óptimas condiciones de trabajo.





## 5. Eficiencia energética por subsector agroalimentario

### 5.1 Clasificación de los subsectores (CIIU.4)

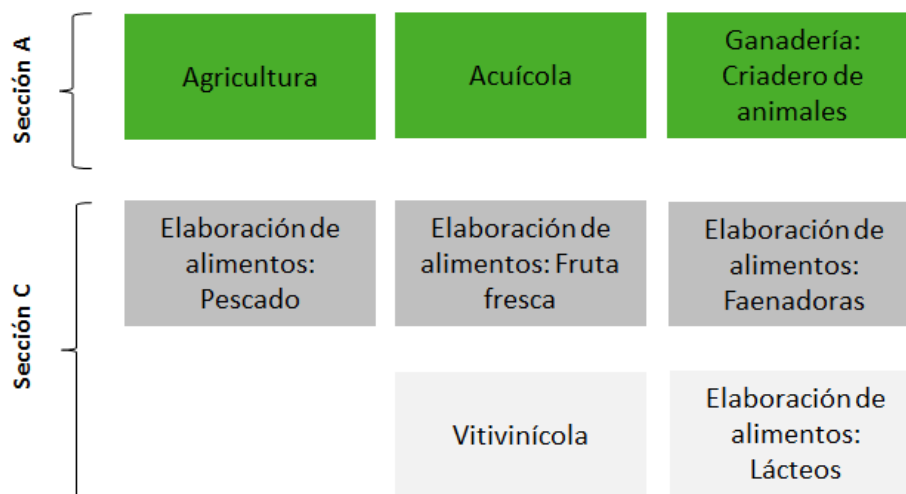
La caracterización del sector agroalimentario se formuló en base a la relevancia que tiene el sector exportador en la economía nacional. Bajo esta consideración, es que se fue utilizada la adaptación Chilena CIIU4, la cual permitió la siguiente clasificación:

- Se considera la sección A, Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca.
- Se considera la sección C Industrias Manufactureras

Las consideraciones anteriormente expuestas se ajustaron del total como se muestra a continuación:

- Para la primera sección (A) sólo fueron considerados los subsectores Agrícola, ganadero y pesca
- Para la segunda sección (C) se limitó a las divisiones C10 (elaboración de productos alimenticios), C11 (Elaboración de bebidas alcohólicas y no alcohólicas) y C12<sup>15</sup> (Elaboración de productos de tabaco).

El sector agroalimentario queda representado por tres subsectores primarios en nivel productivo: agrícola, pecuario y acuícola, y un gran subsector secundario dentro de la industria manufacturera, alimentos procesados.



**Figura 12** Clasificación sector agroalimentario y subsectores.

Fuente: Elaboración propia, basado en ilustración desarrollada en Estudio de formación y desarrollo capital humano, Priorización y Benchmarking, 2013.

<sup>15</sup> El subsector C12 no contaba con proyectos energéticos desarrollados, por lo que no es considerado dentro de esta sistematización.



Los 8 subsectores mostrados dentro de la Figura 12 se identifican como los de mayor relevancia dentro del sector agroalimentario, respecto de su importancia económica relativa a exportaciones (ver Tabla 5) y comprenden el 85% de la muestra en trabajos energéticos desarrollados dentro del sector.

**Tabla 5 Indicadores globales del Sector agroalimentario en la economía chilena.**

Sector	Exportaciones [FOB]	Número de trabajadores dependientes	PIB
Agroalimentario	23%	15%	8%
Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	7,3%	10,2%	3,0%
• Agricultura y Fruticultura	7,2%		
• Ganadería	0,1%		
Pesca y Acuicultura	0,2%	1,0%	0,3%
Elaboración de productos alimenticios	12,7%	3,8%	3,3%
• Frutas y hortalizas	2,2%		
• Pesca	6,3%		
• Carnes	1,6%		
• Lácteos	0,4%		
Elaboración de bebidas alcohólicas y no alcohólicas	2,6%	0,4%	1,8%
• Vino Embotellado	2,0%		

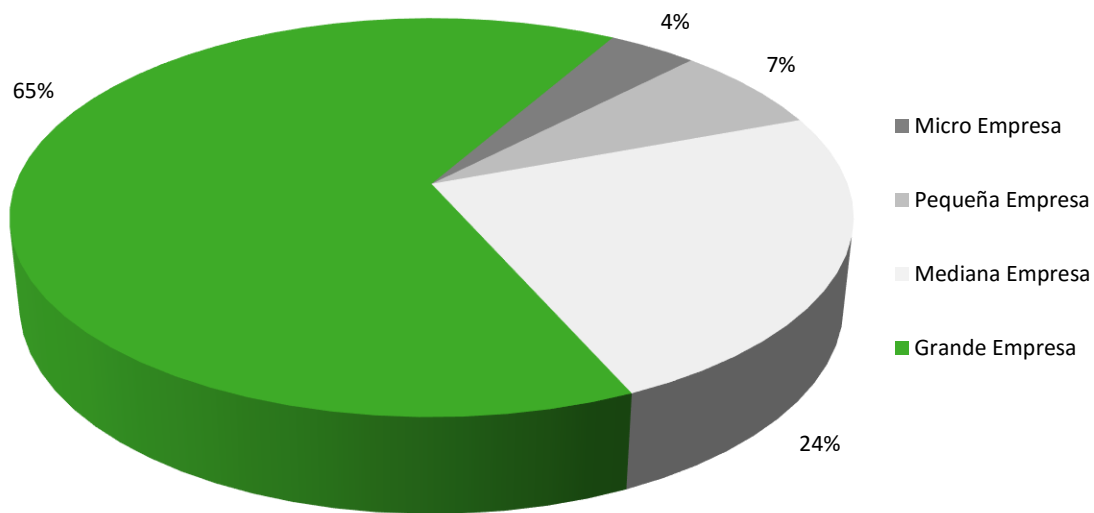
Fuente: Elaboración propia basada en estadísticas del SII y el Banco Central de Chile

## 5.2 Subsectores agroalimentarios<sup>16</sup>

El sector agroalimentario presenta un mayor número de empresas clasificadas como micro y pequeña alcanzando cerca del 80% del número de industrias totales pertenecientes al sector. No obstante, dentro de las empresas consideradas en la sistematización, un 65% de la muestra<sup>17</sup> pertenece a empresas catalogadas por su tamaño en ventas como grandes, esto implica que los trabajos energéticos desarrollados en el sector, mayormente se han realizado en organizaciones de gran producción y consumo energético. Muchas veces debido a que son las que, con mayor facilidad disponen de flujos para realizar inversiones para mejorar su EE.

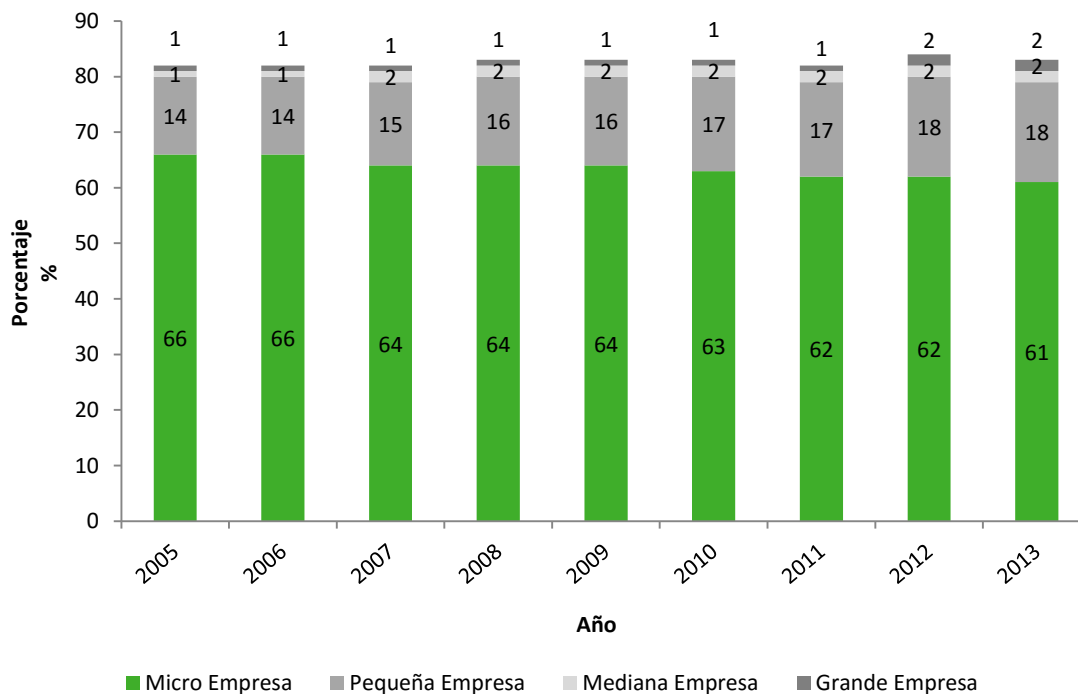
<sup>16</sup> Los subsectores que serían considerados dentro de la sistematización son los establecidos dentro de la Tabla 5, no obstante a la fecha no se cuenta con información suficiente para el análisis de los subsectores: Elaboración de productos alimenticios lácteos; Pesca y Acuicultura.

<sup>17</sup> A la fecha de las 135 empresas, se han identificado el tamaño de 124 empresas. El rubro elaboración de productos alimenticios Lácteos, permanece sin datos de tamaño.



**Figura 13 Distribución del número de empresas que han desarrollado trabajos energéticos.**

Fuente: Elaboración propia, basado en el trabajo de sistematización de la información sector agroalimentario



**Figura 14 Distribución número de empresas presente en Chile pertenecientes al sector agroalimentario.**

Fuente: Elaboración propia, basada en información estadística del SII.

### 5.2.1 Agricultura: Frutícola

Este subsector considera los trabajos energéticos desarrollados en 28 empresas que tienen como actividad económica la agricultura. La Tabla 6 presenta un resumen de la sistematización de la información y expone la distribución energética del sector, su principal proceso consumidor de energía, los equipos asociados al proceso energético principal, medidas energéticas y oportunidades de mejora y el indicador energético asociado al tipo de cultivo.

**Tabla 6 Resumen sistematización energética, agricultura.**

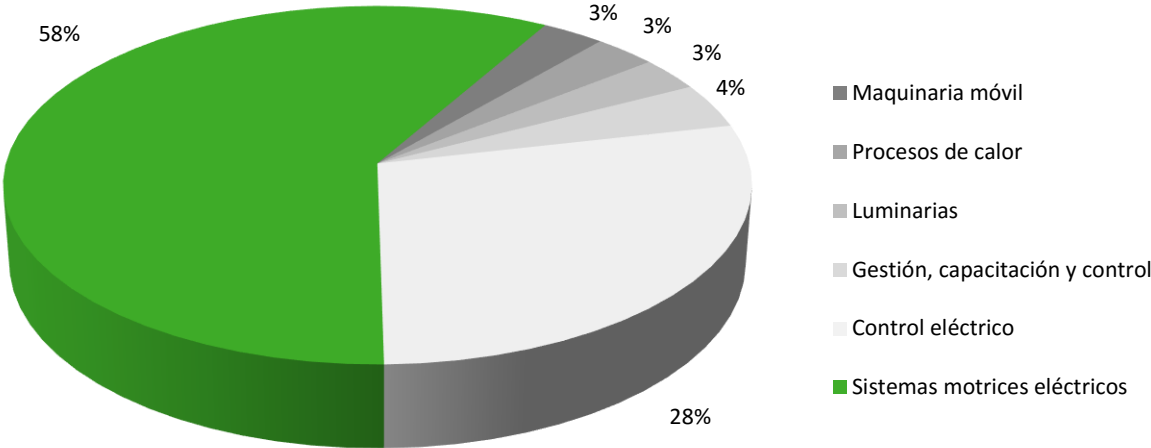
Variables	Descripción
Fuente de energía	Electricidad 78% y Combustible 22%
Proceso relevante	Sistemas de riego
Equipo relevante	Equipos de impulsión, bombas y flota móvil
Medidas EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Variadores de frecuencia.</li> <li>○ Motores de alta eficiencia</li> <li>○ Recambio de luminaria</li> <li>○ Mantenimiento y control flota móvil</li> </ul>
Oportunidades de mejora <sup>18</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ERNC (paneles fotovoltaico)</li> <li>○ Tarifas eléctricas, recorte horas punta.</li> </ul>
Indicador general	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Uva (7 empresas)               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 250 – 1400 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 610 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Fruta/Hortaliza (15 empresas)               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 120 – 730 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 412 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Olivos (4 empresas)               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 240 - 500 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 405 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Viveros (2 empresas)               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1,26 – 2,94 [kWh/planta]</li> <li>● Promedio 2,1</li> </ul> </li> </ul>

La Tabla 6 presenta el potencial de ahorro energético obtenido por el total de medidas de EE y oportunidades de mejora levantadas dentro de los distintos proyectos abordados en el sector; siendo las más relevantes aquellas relacionadas con equipos de bombeo. Lo anterior debido a que se presenta como el principal equipo del proceso más demandante de energía: el riego.

Se debe considerar que las oportunidades de mejora con ERNC no cuentan como ahorros energéticos por ser un cambio de fuente, ver 4.7.3 Energías Renovables No Convencionales (ERNC), sin embargo se presenta como una oportunidad de mejora, siendo una medida sustentable, que genera ahorros económicos. El número de medidas evaluadas dentro del subsector representa un

<sup>18</sup> Alude a oportunidades de mejora que no necesariamente presentan ahorros energéticos

5% del total. Adicional a esto se debe considerar que las medidas de tarifa eléctrica y control eléctrico también son parte de oportunidades de mejora, sin embargo para este sector se evaluaron medidas de control automático en el encendido y apagado de equipos que si corresponde a oportunidades de EE, representando cerca del 28% del potencial de ahorro energético.



**Figura 15 Distribución de la energía ahorrada por las principales medidas subsector agricultura.**

Fuente: Elaboración propia, basada en la sistematización de los trabajos energéticos

La Figura 16 muestra un proceso de cultivo tipo, dentro del cual es posible identificar las distintas etapas y energéticos involucrados. En color verde se resalta aquella etapa más energo-intensiva del proceso.

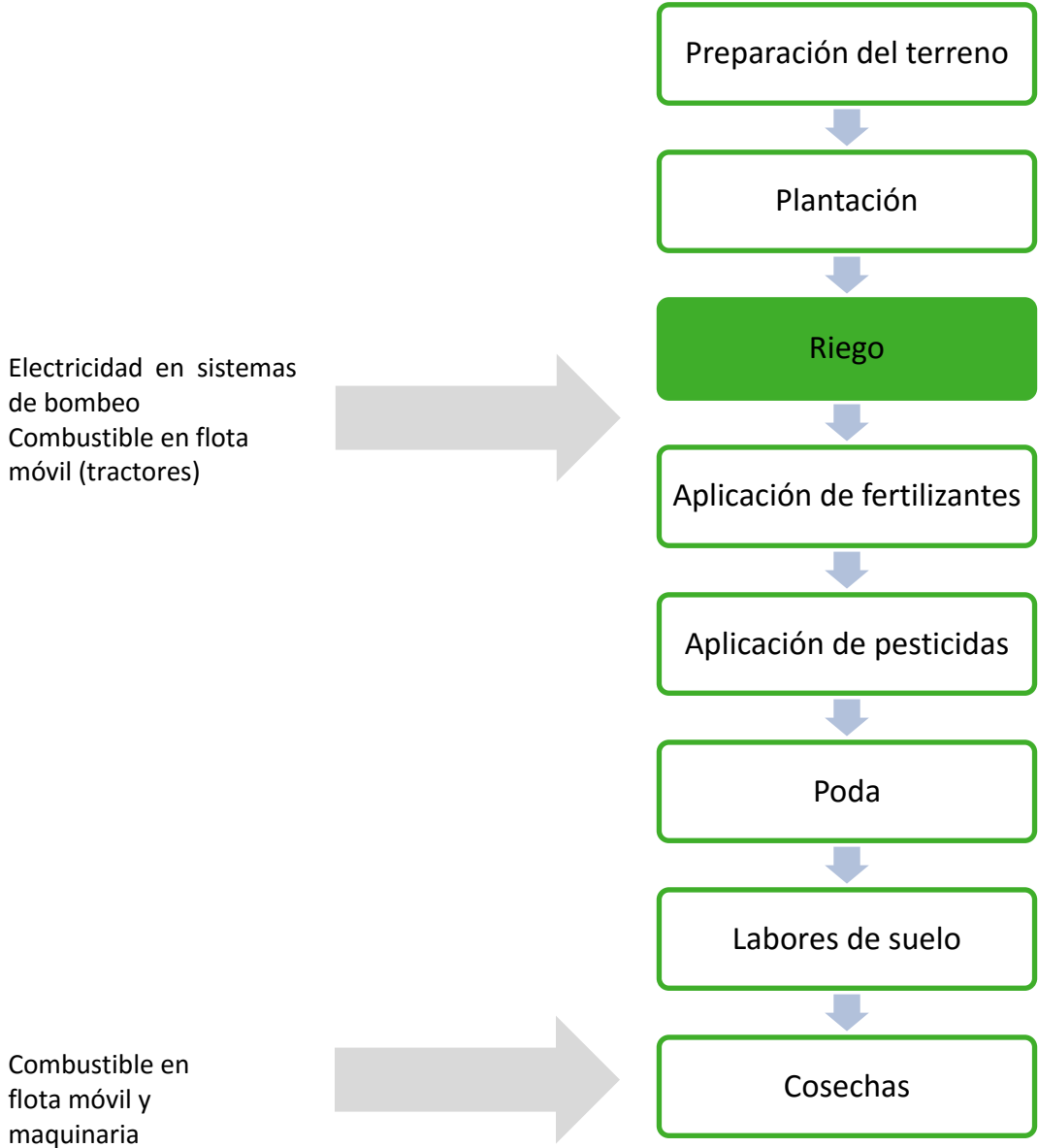


Figura 16 Etapas de un proceso de cultivo tipo.

## 5.2.2 Ganadería Intensiva

Este subsector considera los trabajos energéticos desarrollados en 6 empresas que tiene como actividad económica la ganadería intensiva, la Tabla 7 presenta un resumen de la sistematización de la información y expone la distribución energética del sector de ganadería intensiva (criadero de cerdos), su principal proceso consumidor de energía, los equipos asociados al proceso energético principal, medidas energéticas y oportunidades de mejora e indicador energético asociado al tipo de producción.

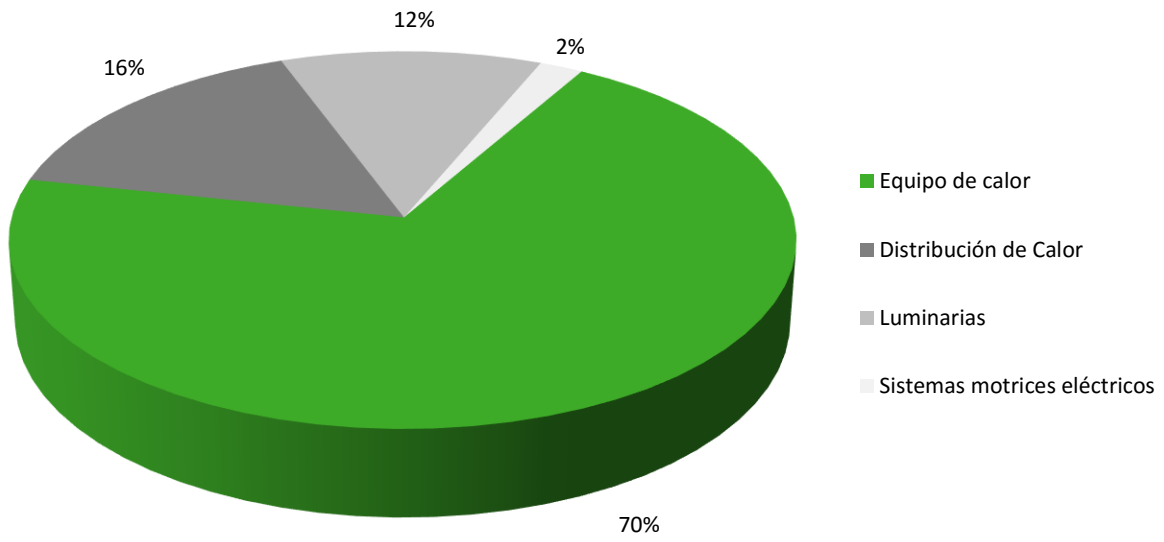
**Tabla 7 Resumen sistematización energética, ganadería intensiva.**

Variables	Descripción
Fuente de energía	Electricidad 46% y Combustible 54%
Proceso relevante	Producción de alimento, calefacción de criaderos
Equipos relevantes	Molienda, prensado, ventiladores de secado, calderas de vapor y agua.
Medidas de EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aislación térmica en pabellones de maternidad</li> <li>○ Cambio quemadores, reutilización de calor</li> <li>○ Optimización calefacción de criadero</li> <li>○ Trampas de vapor</li> </ul>
Oportunidades de mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ERNC reutilización de purines (biomasa, biogás)</li> <li>○ Recorte demanda horas punta</li> <li>○ Tarifa eléctrica</li> </ul>
Indicador general	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criadero + producción alimento (3 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 – 108 [kWh/t]</li> <li>• Promedio 85 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Criadero (2 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 59 [kWh/t]</li> <li>• Promedio 42 [kWh/t]</li> </ul> </li> </ul>

La Figura 17 presenta el ahorro energético obtenido por el total de medidas de EE y oportunidades de mejora levantadas a lo largo de los trabajos desarrollados dentro de las distintas instituciones del subsector.

Las empresas consideradas dentro de la muestra de sistematización corresponden a ganadería intensiva, específicamente el criadero de cerdos y producción de sus alimentos. Para este sector aquellas medidas relacionadas con equipos de generación de calor se presentan como las de mayor potencial de ahorro energético.

El número de medidas de ERNC evaluadas dentro del subsector representa un 6% del total evaluado en los proyectos energéticos.



**Figura 17 Distribución de las principales medidas subsector ganadería.**

Fuente: Elaboración propia, basada en la sistematización de trabajos energéticos.

Las Tablas 18 y 19 muestra los proceso de la ganadería intensiva, criadero de cerdos, dentro de los cuales son posibles identificar las distintas etapas y energéticos involucrados. En color verde se resalta aquella etapa más energo-intensiva del proceso.

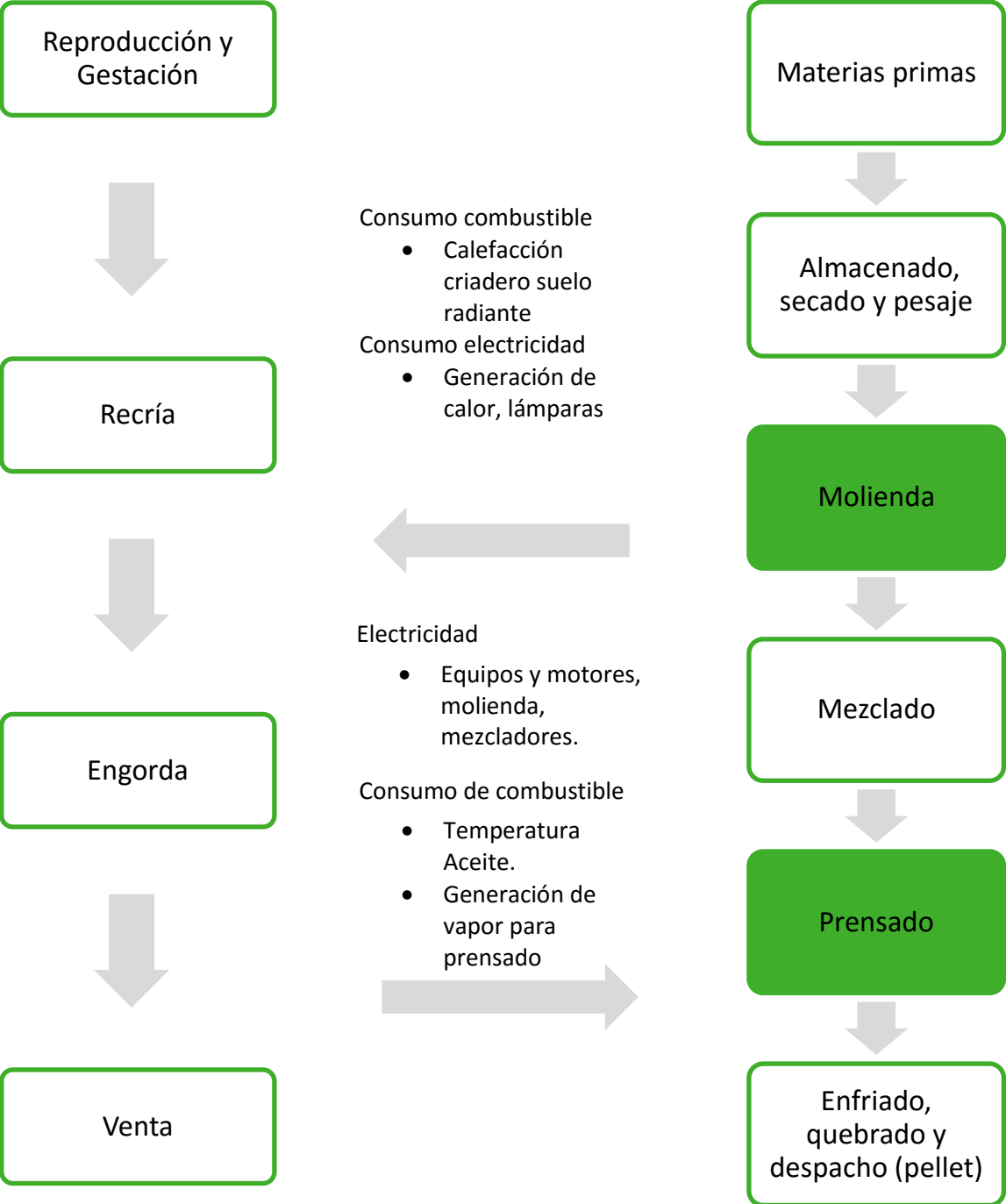


Figura 19 Producción criadero porcino.

Figura 18 Producción alimentos animales



### 5.2.3 Elaboración de productos alimenticios: Fruta

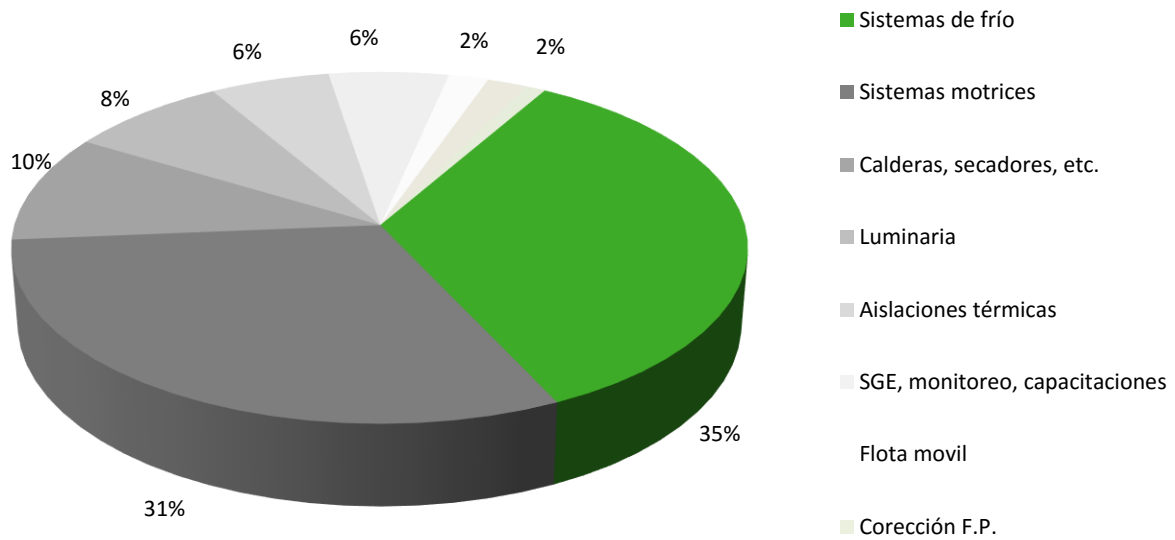
Este subsector considera los trabajos energéticos desarrollados en 24 empresas que tiene como actividad económica la elaboración de productos alimenticios, fruta fresca. La Tabla 8 presenta un resumen de la sistematización de la información y expone la distribución energética del sector antes mencionado. Se identifica su principal proceso consumidor de energía, los equipos asociados al proceso energético principal, medidas energéticas y oportunidades de mejora e indicador energético asociado al tipo de producción.

**Tabla 8 Resumen sistematización energética, elaboración de alimentos fruta fresca.**

Variable	Descripción
Fuente de energía	Electricidad 70% y Combustible 30%
Proceso relevante	Sistemas de refrigeración
Equipos relevantes	Compresores, condensadores (túnel y cámara de frío)
Medidas EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Control de temperatura (sensores), hermeticidad sistemas de frío.</li> <li>○ Motores eficientes</li> <li>○ Variadores de frecuencia</li> <li>○ Mantenimiento y control</li> </ul>
Oportunidades de mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambio tarifas horarias, control demanda (sector estacional)</li> <li>○ ERNC, paneles fotovoltaicos, biomasa, otros.</li> </ul>
Indicador general	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fruta fresca (24 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 80 – 517 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 270 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Olivos (2 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 250 – 370 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 310 [kWh/t]</li> </ul> </li> </ul>

La Figura 20 presenta el ahorro energético obtenido por el total de medidas de EE y oportunidades de mejora levantadas a lo largo de los trabajos desarrollados dentro de las distintas instituciones del subsector elaboración de fruta fresca. Para este sector aquellas medidas relacionadas con sistemas de frío se presentan como las de mayor potencial de ahorro energético con un 44% del total. Es posible identificar que el grueso de las medidas de EE apunta a una reducción del consumo eléctrico considerando los sistemas de frío, sistemas motrices y luminaria que en conjunto comprenden cerca del 75% del potencial energético evaluado.

El número de medidas de ERNC evaluadas dentro del subsector representa un 5% del total evaluado en los proyectos energéticos.



**Figura 20 Distribución de las principales medidas subsector elaboración de productos alimenticios: Fruta.**

Fuente: Elaboración propia, basada en la sistematización de trabajos energéticos.

La Figura 21 muestra un proceso tipo de elaboración de fruta fresca, dentro del cual es posible identificar las distintas etapas y energéticos involucrados. En color verde se resalta aquella etapa más energo-intensiva del proceso.

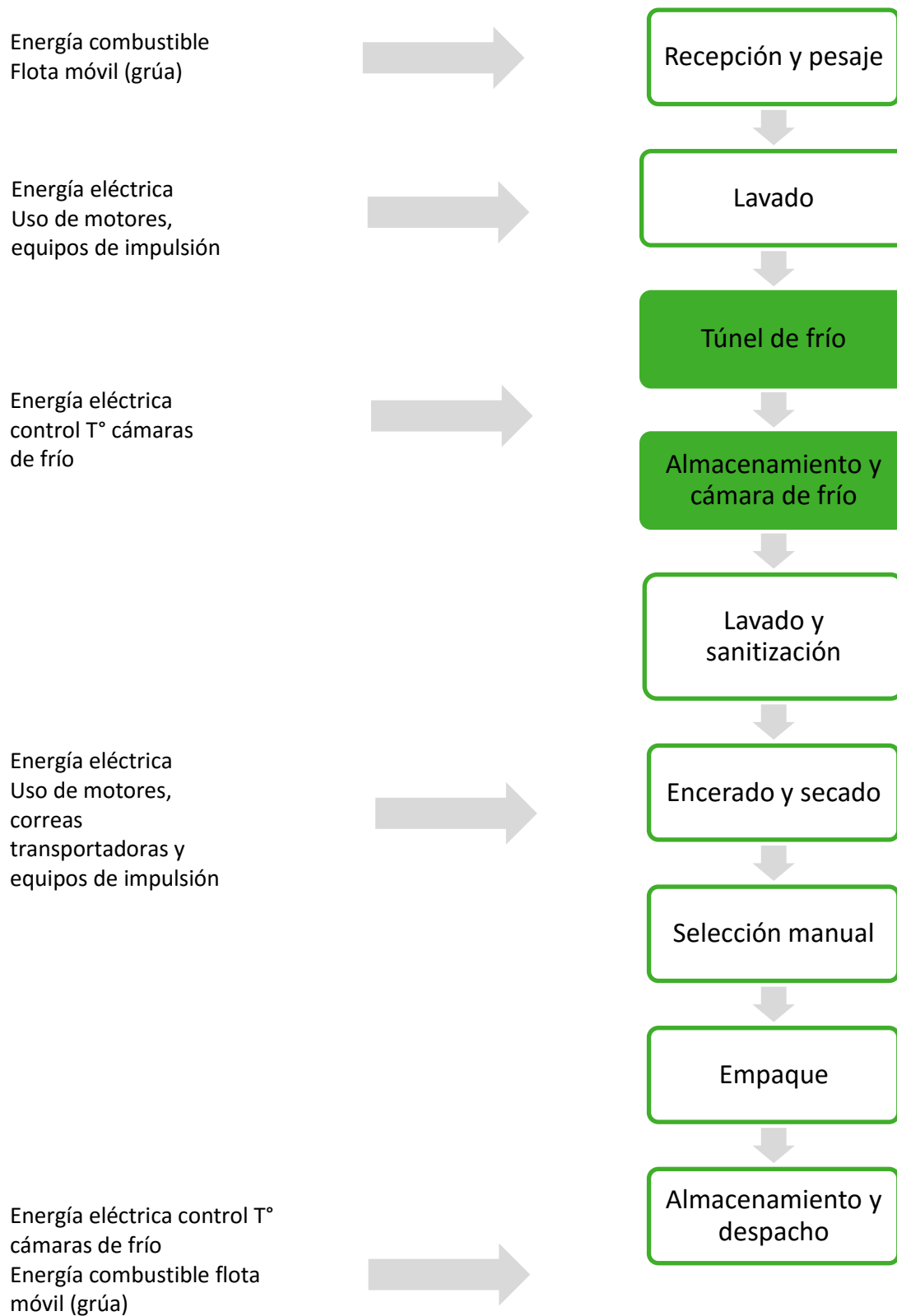


Figura 21 Etapas de proceso de elaboración de fruta fresca tipo.

## 5.2.4 Elaboración de productos alimenticios: Cárnicos

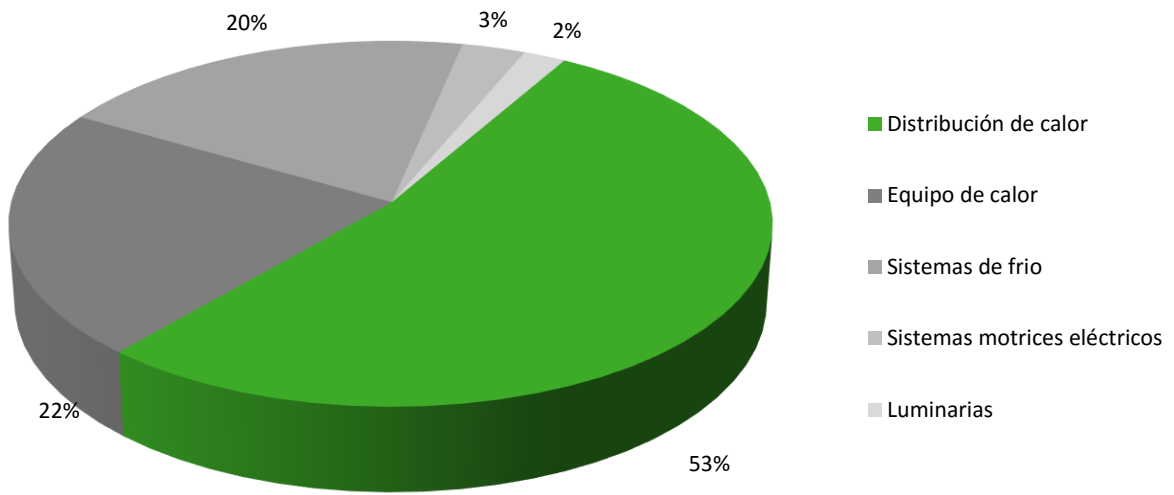
Este subsector considera los trabajos energéticos desarrollados en 17 empresas que cuentan dentro de su actividad económica con la elaboración de productos alimenticios de carne, específicamente empresas faenadoras y generadoras de embutidos. La Tabla 9 presenta un resumen de la sistematización de la información y expone la distribución energética del sector antes mencionado. Se identifica sus principales procesos consumidores de energía, los equipos asociados al proceso energético principal, medidas energéticas y oportunidades de mejora e indicador energético asociado al tipo de producción.

**Tabla 9 Resumen sistematización energética, elaboración de alimentos carne.**

Variables	Descripción
Fuente de energía	Electricidad 40% y Combustible 60%
Proceso relevante	Escaldado y sistemas de refrigeración.
Equipos relevantes	Calderas, túnel cocedor, peladores y cámara de frío
Medidas EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reducción fugas de vapor, revisión trampas de vapor</li> <li>○ Aislación térmica</li> <li>○ Reemplazo quemadores</li> <li>○ Economizador</li> </ul>
Oportunidades de mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ERNC (paneles fotovoltaico)</li> <li>○ Tarifas eléctricas.</li> </ul>
Indicador general	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faenadoras aves (6 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 188 – 940 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 576 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Faenadora cerdos (4 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 311 – 507 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 389 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Faenadora de cerdos y aves (2 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 876 – 964 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 920 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Producción de embutidos (5 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 692 – 2550 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 1808 [kWh/t]</li> </ul> </li> </ul>

La Figura 22 presenta el ahorro energético obtenido por el total de medidas de EE y oportunidades de mejora levantadas en los distintos proyectos de energía desarrollados dentro del subsector. Aquellas medidas relativas a la producción y distribución de calor cuentan con el mayor potencial de ahorro energético, igual a un 75% de la muestra. Como opción secundaria de alta relevancia se encuentran aquellas medidas relativas a los sistemas de frío, que si bien son sistemas alimentados principalmente de electricidad su foco de trabajo es térmico, lo que implica que en este sector las medidas de EE más relevantes son las de impacto térmico, con una relevancia del 95% dentro de la muestra.

El número de medidas de ERNC evaluadas dentro del subsector representa un 2% del total evaluado en los proyectos energéticos.



**Figura 22 Distribución de las principales medidas subsector Elaboración de productos alimenticios: Cárnicos.**

Fuente: Elaboración propia, basada en la sistematización de trabajos energéticos.

La Figura 23 muestra un proceso tipo de una faenadora de cerdos, dentro del cual es posible identificar las distintas etapas y energéticos involucrados. En color verde se resalta aquella etapa más energo-intensiva del proceso.

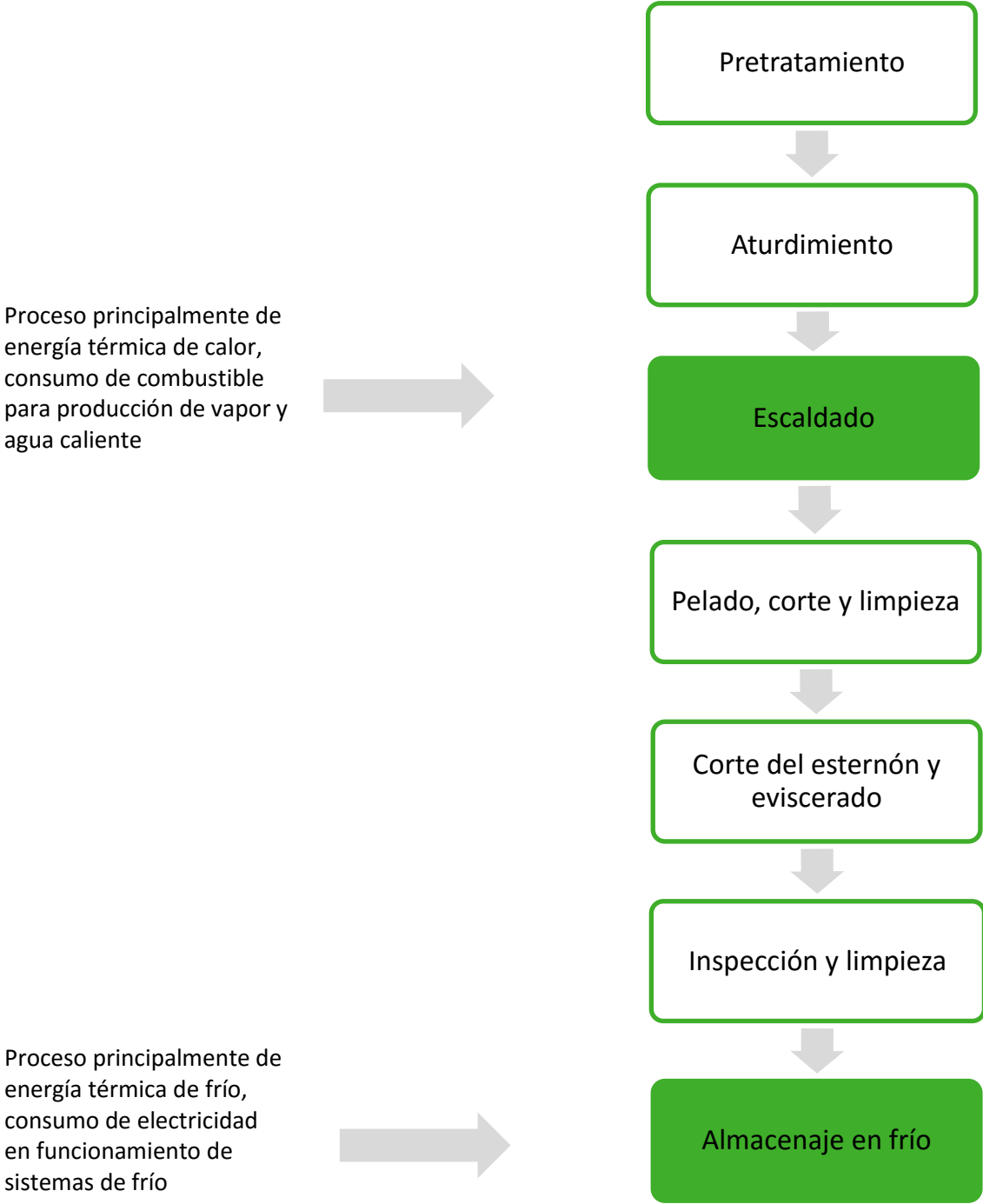


Figura 23 Etapas de proceso de una faenadora de cerdo tipo.

## 5.2.5 Elaboración de productos alimenticios: Conserva y congelados de pescado y moluscos

Este subsector considera los trabajos energéticos desarrollados en 9 empresas que cuentan dentro de su actividad económica con la elaboración de productos alimenticios del tipo conserva y congelados marítimos, específicamente empresas procesadoras de pescados y moluscos. La Tabla 10 presenta un resumen de la sistematización de la información y expone la distribución energética del sector antes mencionado. Se identifica su principal proceso consumidor de energía, los equipos asociados al proceso energético principal, medidas energéticas y oportunidades de mejora e indicador energético asociado al tipo de producción.

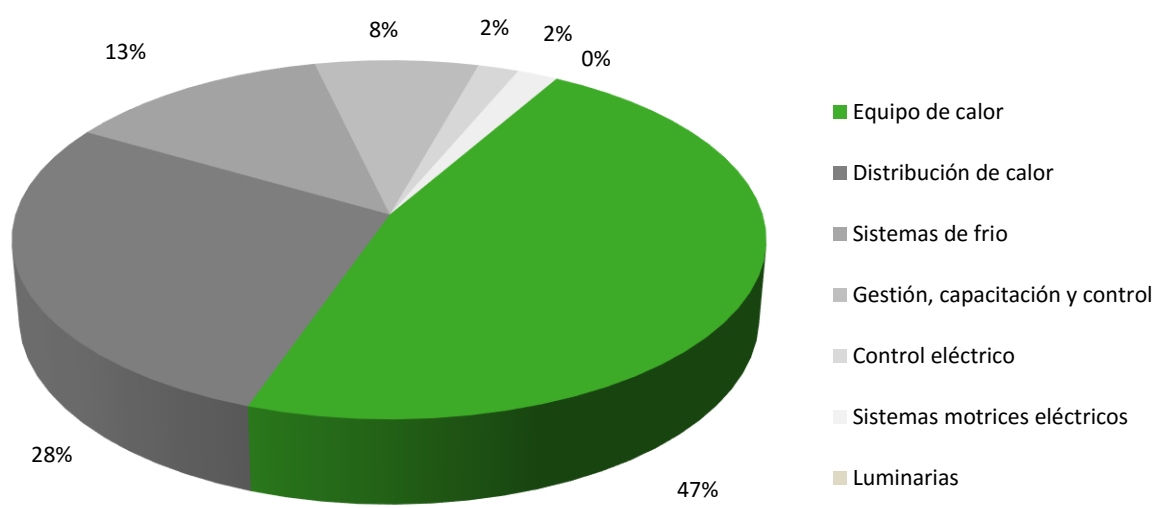
**Tabla 10 Resumen sistematización energética, elaboración de conservas y congelados de pescados y moluscos.**

Variable	Descripción
Fuente de energía (conserva)	Electricidad 17% y Combustible 83%
Fuente de energía (congelados)	Electricidad 33% y Combustible 67%
Proceso relevante	Cocción, esterilizado, lavado latas y refrigeración (congelado)
Equipos relevantes	Autoclave, calderas, compresores, cámara de congelado
Medidas EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recuperación calor de purgas</li> <li>○ Recuperación calor residual en compresores</li> <li>○ Aislación térmica</li> <li>○ Reducción pérdidas de vapor (fugas)</li> </ul>
Oportunidades de mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ERNC colectores solares</li> </ul>
Indicador general	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Congelado (7 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 700 – 3583 [kWh/t]</li> <li>● Promedio 1713 [kWh/t]</li> </ul> </li> <li>○ Conservas (3 empresas) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 662 – 2174[kWh/t]</li> <li>● Promedio 1402 [kWh/t]</li> </ul> </li> </ul>

La Figura 24 presenta el ahorro energético obtenido por el total de medidas de EE y oportunidades de mejora levantadas en los distintos proyectos de energía desarrollados dentro del subsector.

Aquellas medidas relativas a la producción y distribución de calor cuentan con el mayor potencial de ahorro energético, igual a un 75% de la muestra. Como opción secundaria de alta relevancia se encuentran aquellas medidas relativas a los sistemas de frío, que si bien son sistemas alimentados principalmente de electricidad su foco de trabajo es térmico, lo que implica que en este sector al igual que en la elaboración de productos cárnicos (anteriormente visto), las medidas de EE más relevantes son las de impacto térmico, con una relevancia del 88% dentro de la muestra.

El número de medidas de ERNC evaluadas dentro del subsector al igual que el subsector anterior, representa un 2% del total evaluado en los proyectos energéticos.



**Figura 24 Distribución de las principales medidas subsector Elaboración de productos alimenticios: Pescado y moluscos**  
 Fuente: Elaboración propia, basada en la sistematización de trabajos energéticos



Las figuras 25 y 26 muestra un proceso tipo de congelado de molusco y conserva de pescado. Es posible identificar en color verde aquella etapa más energo-intensiva del proceso.

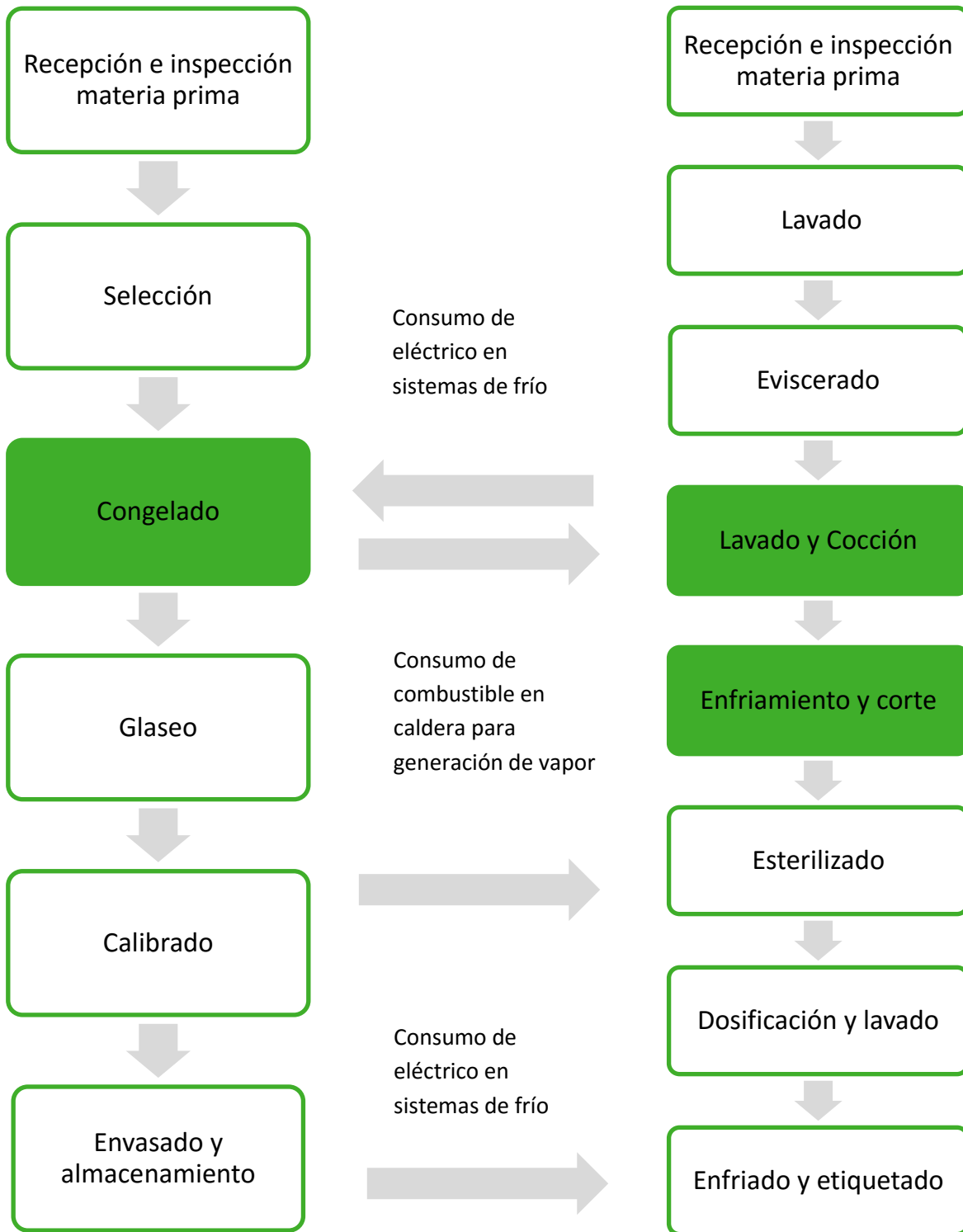


Figura 26 Etapas de proceso elaboración congelados

Figura 25 Etapas de proceso elaboración conservas de pescados

## 5.2.6 Vitivinícola

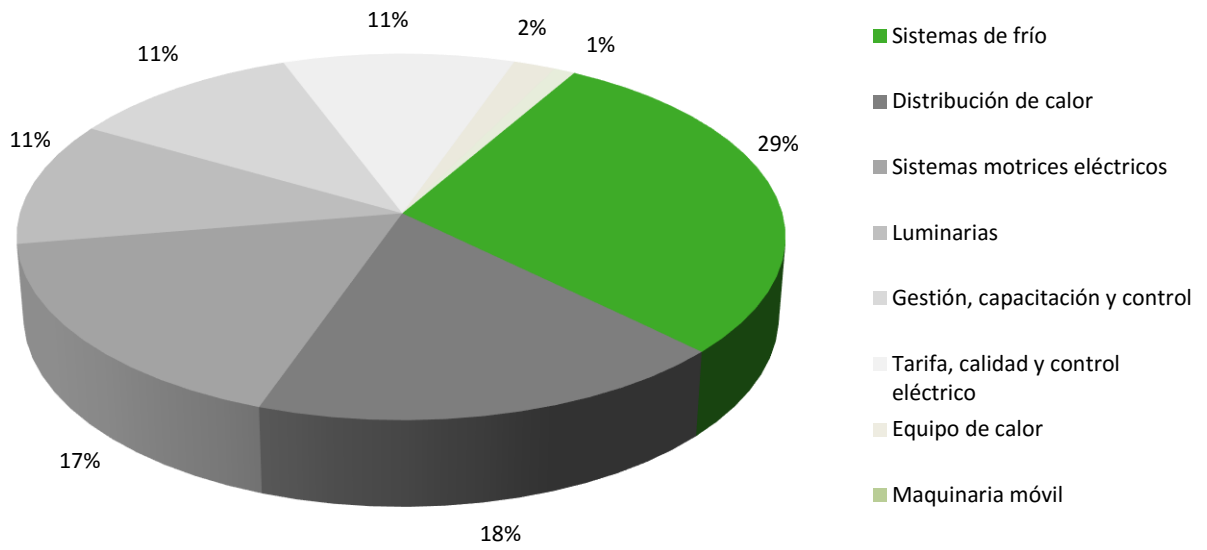
Este subsector considera los trabajos energéticos desarrollados en 10 empresas que cuenta dentro de su actividad económica, la elaboración de vino, específicamente producción en botella. La Tabla 11 presenta un resumen de la sistematización de la información y expone la distribución energética del sector antes mencionado. Se identifica su principal proceso consumidor de energía, los equipos asociados al proceso energético principal, medidas energéticas y oportunidades de mejora e indicador energético asociado al tipo de producción.

**Tabla 11 Resumen sistematización energética, elaboración de vino.**

Variable	Descripción
Fuente de energía	Electricidad 49% y Combustible 51%
Proceso relevante	Fermentación, guarda, estabilización tartárica.
Equipos relevantes	Evaporadores, compresores, bombeo
Medidas EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Economizador en caldera</li> <li>○ Aislación tuberías</li> <li>○ Bombas de calor</li> <li>○ Arrancador progresivo, variador de frecuencia</li> <li>○ Motores alta eficiencia</li> </ul>
Oportunidades de mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ERNC calderas a biomasa</li> <li>○ Recorte demanda horas punta</li> </ul>
Indicador EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 9 empresas               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 – 2,99 [kWh/lt]</li> <li>• Promedio 0,89 [kWh/lt]</li> </ul> </li> </ul>

La Figura 27 presenta el potencial de ahorro energético obtenido por el total de medidas de EE y oportunidades de mejora levantadas en los distintos proyectos de energía desarrollados dentro del subsector. La distribución del potencial es casi homogénea presentando una leve inclinación respecto de las enfocadas a los sistemas de frío que presentan un 29% del potencial de ahorro de la muestra. Como opción secundaria de alta relevancia se encuentran aquellas medidas relativas a la generación y distribución de calor, que en manera conjunta suman un 35%. El foco térmico vuelve a presentarse como el más relevante dentro de los procesos, alcanzando las medidas de EE más relevantes, un 64% dentro de la muestra.

El número de medidas de ERNC evaluadas dentro del subsector al igual que el subsector anterior, representa un 12% del total evaluado en los proyectos energéticos, siendo el sector que presenta el mayor interés o evaluaciones de este tipo de medidas.



**Figura 27 Distribución de las principales medidas subsector Vitivinícola.**

Fuente: Elaboración propia, basada en la sistematización de trabajos energéticos

Las Figura 28 y la Figura 29 muestran un proceso tipo de elaboración del vino blanco y tinto. En color verde se resalta aquella etapa más energo-intensiva del proceso:

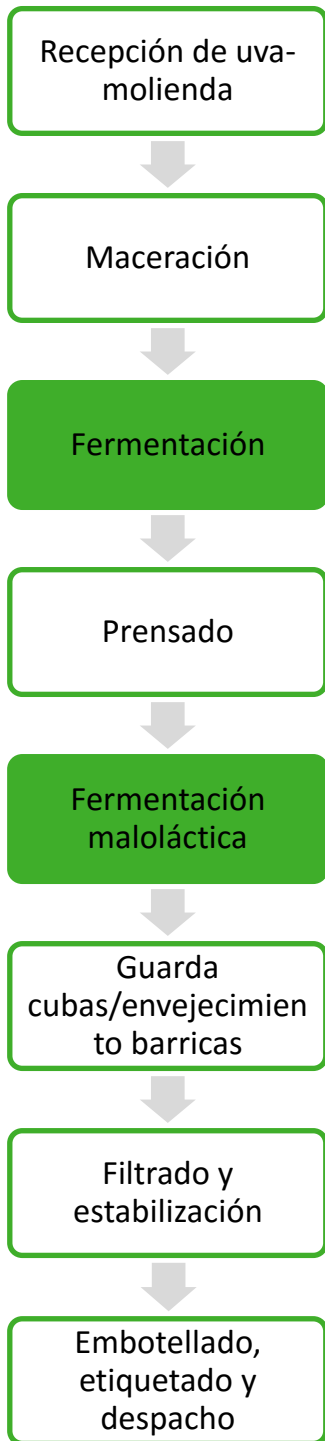
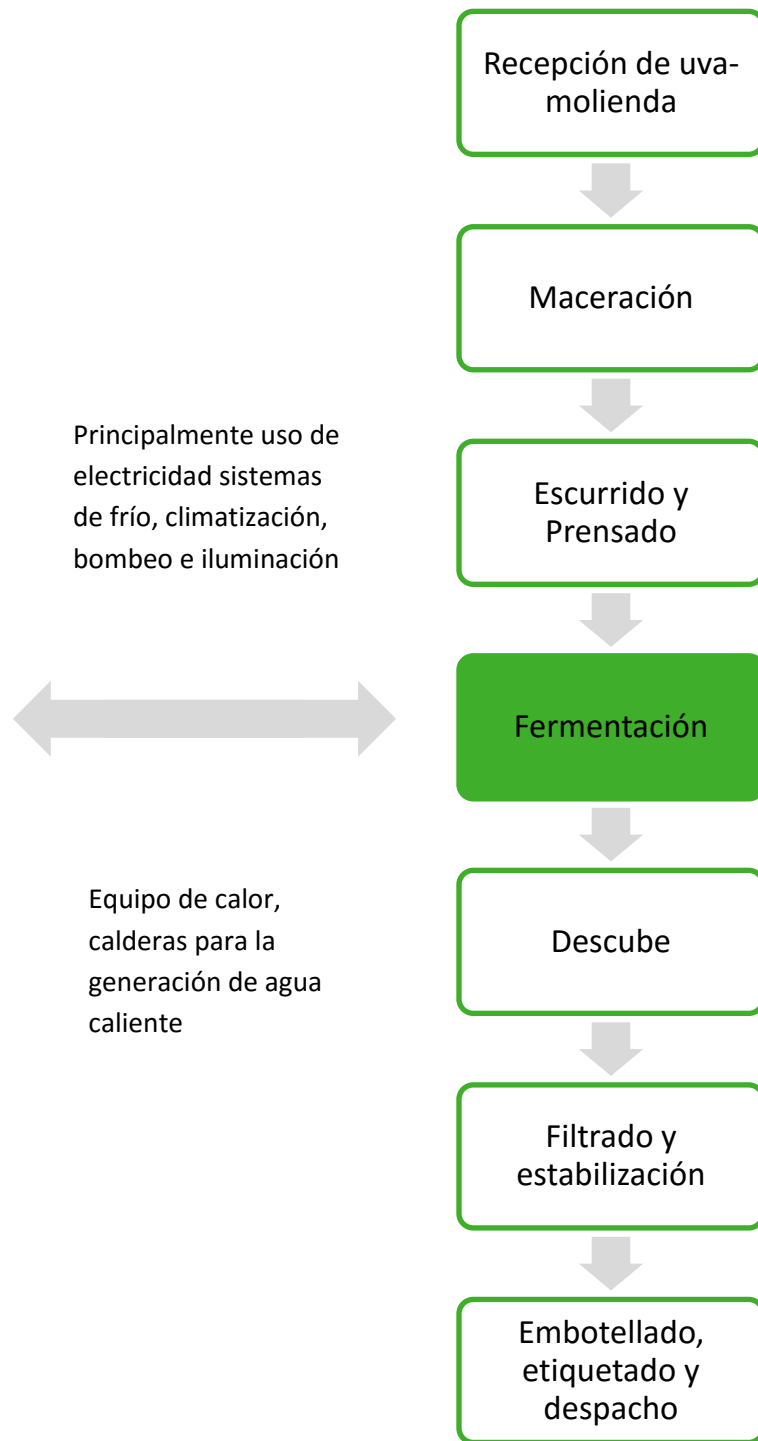


Figura 28 Etapa elaboración vino blanco



Principalmente uso de electricidad sistemas de frío, climatización, bombeo e iluminación



Equipo de calor, calderas para la generación de agua caliente

Figura 29 Etapa elaboración vino tinto

## 6. Seguimiento a los proyectos energéticos de la sistematización

Tras el trabajo de la sistematización se logró consolidar 650 medidas, compuestas por oportunidades de eficiencia energéticas y oportunidades de mejoras (ERNC, cogeneración y tarifarias). En base a éste potencial identificado, el Proyecto Smart Energy Concepts realizó un seguimiento a las empresas en las que se desarrollaron los distintos proyectos energéticos, con el fin de identificar aquellas en las cuales se concretaron las medidas levantadas en los distintos estudios energéticos.

El proyecto se planteó 4 objetivos para ésta etapa de seguimiento:

- Identificar aquellas medidas que lograron concretarse y que cuentan con ahorros energéticos respecto de su línea base.
- Dar mayor visibilidad aquellas medidas que se concretaron y presentaron ahorros energéticos, con la finalidad de incentivar a otros adoptar estas buenas prácticas.
- Identificar las barreras que restringieron la implementación de aquellas medidas levantadas en los estudios pero que no lograron concretarse<sup>19</sup>.
- Hacer partícipe a las empresas de las distintas actividades que promueve el Proyecto Smart Energy Concepts

A través de estos 4 objetivos la etapa de seguimiento comenzó con el sondeo en las 135 empresas que componen la muestra de sistematización. Este sondeo consideró 2 procedimientos de acercamiento a las empresas, inicialmente se envió un correo de forma masiva explicando el proyecto, sus objetivos y el alcance. Este acercamiento sólo tuvo 4 respuestas, entre las cuales 2 empresas se encontraban interesadas sin embargo no estaba dentro de sus objetivos abordar proyectos en materia de EE para el año 2016.

El segundo procedimiento fue realizar llamados telefónicos a las distintas empresas. Sus resultados a la fecha (primer semestre 2016) se muestran en Tabla 12.

**Tabla 12 Resultados del procedimiento, llamados telefónicos en la etapa de seguimiento.**

Descriptor	Resultados
Empresas contactadas	110
Empresas no contactadas	25
Proyectos que han implementado medidas	26
Inscritos en el proyecto tras el seguimiento	10

<sup>19</sup> Se profundiza en este punto en el apartado 7. Barreras que limitan la EE en el sector

Del total de proyectos que han implementado medidas de EE u oportunidades de mejoras se tiene una distribución como la siguiente:

- Mantenimiento/operación/monitoreo: 2 implementaciones.
- Recuperación de calor, aislación: 3 implementaciones.
- Luminaria: 2 implementaciones.
- Cogeneración/biodigestor: 2 implementaciones.
- EE en fase de diseño: 2 implementaciones.
- No se tiene claridad de cuales fueron: 15 implementaciones.

Asociado a éste último punto, se destaca que de los 26 contactos que afirmaron, que tras el estudio de EE se concretaron medidas dentro de la empresa, 15 de ellas no pudieron explicar con claridad cuál fue el tipo de medida implementada o el ahorro energético alcanzado.

A la fecha, de los 26 casos de buenas prácticas identificados, sólo 1 empresa completo la ficha de buenas prácticas y autorizó de manera formal que el proyecto le diese visibilidad a su caso de éxito. Lo anterior nos insta a pensar que si bien existen potenciales de implementación de medidas de EE y otras oportunidades de mejoras que pueden mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir costos de los energéticos utilizados, se observa que como sector no se ha logrado una implementación de manera masiva, debido a las distintas limitaciones existentes.



## 7. Barreras que limitan la EE en el sector

Como fue comentado en capítulos anteriores la elevada dependencia energética que presenta Chile frente a un crecimiento productivo continuo, hacen imperativo buscar acciones que permitan eliminar las barreras que limitan la rápida incorporación de la EE dentro del sector; ya que esta se presenta como una de las principales herramientas que permitirán el desacople del crecimiento económico del país respecto de su consumo energético. (Ver Figura 2)

Si la EE cuenta con tantas bondades para la competitividad y sustentabilidad, ¿por qué cuesta tanto incorporar medidas concretas que aporten a un mejor uso de la energía? esto se debe a la existencia de barreras que limitan la incorporación de la EE dentro de los diferentes sectores económicos del país. Barreras económicas, falta de información, culturales o conductuales, técnicas e institucionales y externalidades se han identificado como las principales aristas que componen estas barreras. Todas estas identificadas dentro de la sistematización y el seguimiento a los proyectos energético y algunas con mayor relevancia, dentro del sector, que otras.

Las barreras por falta de información sobre las alternativas tecnológicas existentes o modalidades de aplicación de medidas de EE, suelen ser una de las barreras más comunes a lo largo del sector productivo. Ser energéticamente eficiencia requiere cambios tecnológicos que implican un cierto capital (CAPEX) y/o gestión (OPEX), lo que conlleva a mayores costos. Esta barrera se ve fuertemente afectada por el desconocimiento que existe respecto de modalidad de financiamiento o cofinanciamiento de proyectos energético o por el temor de alterar la rentabilidad de las empresas, no solamente centrado en la inversión de EE, sino además temores a la interrupción en la operación. Dicha barrera afecta a todos los grupos de consumo de energía pero de distinta forma. Dentro del sector agroalimentario esta barrera de desinformación es cada vez más común con una marca tendencia a sólo limitarse a la producción dentro de las empresas.

Las barreras económicas se relacionan con el presupuesto limitado del que las empresas disponen para generar inversiones en eficiencia energética, llevando a que las empresas individuales no puedan cubrir la totalidad de los costos de estas. Ante esto, la falta de apoyo financiero para invertir, además de la inexistencia de incentivos más allá de la reducción de costos en las empresas, crean un escenario desfavorable para fomentar inversiones en eficiencia energética. (Mercado Energético, 2014)

Las barreras de conocimiento, culturales o conductuales, se dan principalmente por el desconocimiento de los conceptos de EE, resistencia al cambio y su falta de concientización como una pérdida monetaria. Se desconocen los costos y detalles energéticos, ya que muy pocas empresas realizan mediciones detalladas para poder analizar el consumo energético en los procesos y de esta manera evaluar técnico y económicamente de manera fundada una posible inversión en proyectos de eficiencia energética. La información con la que cuentan las empresas es muy básica, muchas plantas e industrias no presentan información sistematizada sobre consumo de energía



general o específico, y se presenta una alta resistencia a modificar hábitos de consumo energético o adopción de tecnologías poco conocidas a nivel país.

Las barreras técnicas e institucionales, se presentan como limitantes asociadas a la falta de capital humano con conocimientos adecuados e inexistencia o falta, de unidades de gestión energética al interior de las empresas u organizaciones. Esta barrera potencia las brechas generadas por los comportamientos conductuales (anteriormente mencionado), ya que un baja capacitación por parte de los profesionales dedicados a recolectar, evaluar y utilizar variables de proceso generan información errónea o de baja calidad, lo que se traduce a en una desconfianza respecto de la determinación de los potenciales reales de ahorro energéticos.

Las externalidades ambientales asociadas con la producción y el consumo de combustibles fósiles generan grandes emisiones de GEI y otros contaminantes que resultan en costos no ponderados sobre la salud y el medio ambiente, es decir, que no son internalizados por el consumidor de energía. En ausencia de una política que regule esta materia, una externalidad ambiental conduce a un uso excesivo de energía en relación con la falta de inversión óptima social, y por lo tanto, una disminución en la eficiencia energética. En la medida en que los precios de la energía no internalicen estas externalidades (que varía según el tipo de contaminación), el mercado va a incentivar un nivel de eficiencia energética que es demasiado bajo. Una respuesta política puede ser determinar económicamente a los precios a las emisiones, lo que indirectamente estimula una mayor eficiencia energética. (Mercado Energético, 2014)





## 8. Casos de buena práctica

### 8.1 Integración de Energías Renovables No Convencionales: Agrícola Milnes. Secador Solar. Agricultura.

#### Descripción:

Agrícola con 7,5 ha plantadas con nogales. Producción anual promedio de 35.000 kg de nueces secas.

#### Proceso Optimizado:

Secado de nueces de nogal.

#### Solución:

Uso de energía solar para calentamiento de aire para el proceso de secado como apoyo al uso de combustible convencional.



#### Resultados y Conclusiones:

Dependiendo de la configuración del sistema y de las condiciones de emplazamiento, el payback del secador va de 1,5 a 3 años. En una relación de máxima eficiencia, el área de techo (colector solar) considera un área de 1 m<sup>2</sup> por cada 50 kilos de nueces. La energía aportada por el sol, en forma de calor seco, a diferencia de medios con gas o petróleo que aportan humedad en el proceso de secado, lo que coopera en la entrega de un producto final de alta calidad.

#### Ahorro energético:

El ahorro estimado en combustibles que se deja de utilizar alcanza el 86,5%. Esto utilizando como base de comparación las cosechas del año 2015 (con secador solar) y la del año 2013 (sin secador solar), ambos con una producción de 35.000 kg.

El ahorro económico (en términos monetarios la equivalencia por kilo de nueces secados) es:

Combustible	Indicador [US\$/kg]
Gas Licuado	0,13
Petróleo	0,083
Solar (+ apoyo)	0,011

## 8.2 Integración de Energías Renovables No Convencionales: Agrícola Comercial Nueces del Choapa Ltda. Instalación Fotovoltaica bajo modelo ESCO. Agricultura.

### Diagnóstico:

Uso de energía convencional

### Solución:

Instalación Fotovoltaica 90.000 kWh

### Inversión (aprox.):

50 MM CLP → Inversión por parte de Desarrolladora de Proyectos "SOLCOR"; no hubo inversión por parte de Agrícola Nueces del Choapa

### Años de contrato:

25 años

### Ahorro económico por año:

1.500.000 CLP



### 8.3 Eficiencia Energética: Comercializadora econut Ltda. Aislamiento de bodega e instalación de sistema de frío. Elaboración de Fruta (procesamiento de nueces)

#### Descripción:

Econut: econut se dedica al proceso de nueces para la exportación (Procesos de Selección de Nuez con y sin Cáscara, Partido Manual y Mecánico). Están conscientes del prestigio que han ganado los frutos secos chilenos y del enorme trabajo que este logro ha significado a productores y exportadores. Por ello, se pone todo el esfuerzo en entregar con eficiencia productos y servicios confiables, que satisfagan las expectativas de los exigentes mercados que hoy solicitan las nueces.

Beta Paint: es distribuidor exclusivo de la empresa Superior Products International, entregando soluciones a la industria y clientes particulares. Nuestra experiencia, y la calidad de nuestros productos, nos identifican como expertos en aislación térmica, control de corrosión, impermeabilización, control de ácidos, entre otras áreas.

#### Diagnóstico inicial:

Para mantenerse competitivo y cumplir con las exigencias del mercado (exportación de nueces durante todas las estaciones del año) se creó la necesidad de poseer de un almacén (bodega) para los productos. Las naves industriales fabricadas con planchas de Zinc están constantemente expuestas al sol, absorbiendo una cantidad considerable de radiación, resultando en serios problemas de temperatura al interior de los galpones, lo que no solo significaba un riesgo para los productos, sino también para las personas. Los efectos de la radiación solar, la cual alcanza índices sobre los 9,90 KW-Hora/m<sup>2</sup> x día en meses de verano, generaban una temperatura superficial por encima de los 70 °C. Las temperaturas al interior de los galpones mostraban índices de 38 °C a nivel de suelo, siendo creciente el número a medida que se aumentaba la altura,



acercándose a los techos. Para mejorar la situación hubiera sido necesario la instalación de equipos de frío más aislación con costos totales de aprox. 54.000.000 CLP (Galpón de 700 m<sup>2</sup>)

**Solución:**

Aplicar revestimiento Super Therm® en 250 micras de espesor:

- Eliminar de fondo el problema de temperatura al interior de la planta al generar no solo una fuerte aislación por conducción, sino además por radiación. Al aplicar Super Therm® se elimina el problema de temperatura en la cubierta ya que no existe energía que la cargue con temperatura.
- Prolongar la vida útil de la cubierta: Al evitar que la cubierta sea expuesta a temperaturas extremas, se eliminan los choques térmicos, impidiendo que se produzca una pronta fatiga de material, producto del juego de las planchas. Adicionalmente se eliminan posibles filtraciones derivadas de los choques térmicos, los cuales afectan en gran medida las uniones o anclajes del Zinc.
- Tener la seguridad de aplicar un producto sano y ecológico. Super Therm® es clase A en fuego, no produce humo o flama. Adicionalmente está certificado por la USDA, quien avala que es un producto seguro para ser instalado en zonas donde se procesan y/o manipulan alimentos
- Proteger la cubierta de Zinc de la corrosión: Super Therm® previene el CUI (*corrosion under insulation*, en español, corrosión bajo el aislante). Lo anterior al impedir el ingreso de humedad (permeabilidad 0,9) y oxígeno, elementos que forman oxidación en sustratos.

**Resultados y Conclusiones:**

En la sala de procesos, en donde trabajan cerca de 25 personas, se eliminó el problema de temperatura al interior de la nave. La cubierta bajó su temperatura en más de 40 °C, generando un ambiente interno de confort (+ 25 °C). Los operarios terminaron con los reclamos de temperatura. También se obtuvieron resultados positivos en la bodega de “productos terminados”, en donde la temperatura obtenida permite la entrega de las nueces en mejores condiciones, soportando además, periodos más largos de guarda, sin deteriorarse. La bodega de producto terminado en época con 29 °C tenía una temperatura interior de 37 °C, con la aplicación de la pintura, la bodega en días de 31 °C no supera los 24 °C interior. Instalar las planchas aisladas que se utilizan en frigoríficos significaba prácticamente hacer los galpones de nuevo y es requisito detener la operación, la solución de Super Therm® no modifica la infraestructura y además permite aplicarla sin detener la operación de la planta.

**Inversión aprox.:**

11.000.000 CLP

**Años de amortización:**

Un año considerando sólo el ahorro en energía por el cambio de equipo de 60 HP a 40 HP

**Ahorro energético:**

	KW	kWh	CLP/kWh
60 HP	45	1.073	1.931.040
40 HP	60	715	1.287.360
Ahorro por mes	0,011	358	643.680

**Ahorro económico:**

El equipo de frío antes de aplicar Supertherm necesitaba un motor de 60 HP, con Supertherm la empresa de frío que nos cotizó bajó a un equipo de 40 HP para llegar a los mismos 10 °C

	Sin Supertherm	Con Supertherm
Inversión Equipo Frío (+10°C para 700 m2 )	47.000.000	33.000.000
Modificación infraestructura: Paneles aislados	27.000.000	-
Aplicación Supertherm	-	11.000.000
Total	<b>74.000.000</b>	<b>44.000.000</b>

**Financiamiento:** propio



## 8.4 Integración Eficiencia Energética y Energías Renovables No Convencionales: Biodigestor en base a la fracción líquida de los purines de cerdo.- Agrícola AASA Ltda. (Cría de Ganado Porcino). Ganadería intensiva

### Descripción:

La problemática ambiental asociada a los olores, vectores y las aguas residuales de los purines que se generan. Se usaba diésel para la caldera a vapor para la producción de pellets.

### Solución:

Se desarrolló un sistema integrado

- Aplicación de nutrientes al suelo ("Fertirriego"),
- Sistema de separación de residuos sólidos y líquidos
- Cambio de luminaria a LED
- Cambio de Caldera a vapor que funcionaba a diésel por un equipo a biogás
- Biodigestor anaeróbica que
  - Mejora la condición de los residuos y olores del plantel
  - Genera biogás para la caldera a vapor
  - Genera energía eléctrica que se inyecta a la red (Cogeneración en construcción 2016)

### Resultados y Conclusiones:

Reducida concentración de olores molestos y aprovechamiento energético del biogás producido y capturado.

### Inversión:

2.000 MM CLP o 3 MM USD (Fertirriego 700 MM CLP, Biodigestor 400 MM CLP, Generadores eléctricos 900 MM CLP).

### Años de Amortización:

6 años

### Consumo energético del proceso / equipo antes del recambio:

Caldera a vapor: 10.000 litros/mes de diésel: 4,5 - 5 MM CLP/mes.

### Consumo energético del proceso / equipo antes del recambio:

800 kW/mes. 3% eléctrico y un 12% en diésel.



**Ahorro energético:**

Se ha logrado disminuir en un 15% del total energético. Es decir 4 MM CLP/mes, por el cambio de quemador diésel normal a biogás modulante y 1,15 MM CLP por acciones en reducción de energía eléctrica, como cambios de equipos (luminarias) por LED.

**Ahorro económico:**

5,15 MM CLP/mes o 61,8 MM CLP/año

## 8.5 Eficiencia Energética: Alimentos y Frutos S.A., Minuto Verde. Aprovechamiento de energía utilizando los gases de descarga de los compresores. Elaboración de productos alimenticios.

### Descripción:

Necesidad de reducir el consumo de vapor. Disponibilidad de extraer energía del sistema de refrigeración.

### Solución:

Se instalaron dos intercambiadores de calor (placa) para extraer la energía de los gases de descarga de los compresores. Esta energía se utilizó para calentar el agua de lavado de equipos y para la alimentación de la caldera.

### Resultados y Conclusiones:

Entre los dos sistemas instalados se obtuvo una reducción de energía anual de aproximadamente 300.000 kWh. Además se reduce levemente el consumo de energía y agua de los condensadores. Una de las conclusiones que se obtuvieron en el desarrollo de este proyecto, es que es fundamental realizar un levantamiento de nuestros sistemas y medición de consumos. Esto nos entrega la información necesaria para mejorar nuestros procesos y hacerlos más eficientes.

### Inversión:

40 MM CLP

### Años de Amortización:

3 años

### Ahorro energético por año:

300.000 kWh

### Ahorro económico por año:

13 M CLP





## 8.6 Eficiencia Energética: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue (INIA Remehue). Elaboración de productos alimenticios: Lácteos.

### Descripción:

Sala de ordeña con un promedio de 326 vacas y una producción de 2.300.000 l/año. Destino de la producción: COLUN.

### Diagnóstico Inicial:

Alto requerimiento eléctrico y térmico, en procesos de calentamiento de agua, refrigeración de leche, procesos mecánicos como generación de vacío para ordeña y bombeo de leche, entre otros.

### Solución:

Cambio de equipos entre los que destaca: el reemplazo de la bomba de la leche por una con un variador de frecuencia incorporado, incorporación de un recuperador de calor y el reemplazo de un termo antiguo por uno con mejor aislación. Previamente además se reemplazaron focos incandescentes de alta potencia por luminaria de mayor eficiencia y bajo consumo.

### Resultados y Conclusiones:

El cambio de equipos más eficientes permitió reducir el consumo energético en un 33%. Junto con ello se identificó donde existen los mayores consumos eléctricos y la eficiencia real de los equipos implementados. Este trabajo aportó con información nacional, siendo la primera en su tipo y contribuyó a la certificación en producción Limpia de la lechería de INIA Remehue.

### Inversión (aprox.):

10.640.000 CLP

### Tiempo de amortización (aprox.):

9 años

### Ahorro energético por año:

Disminución de consumo energético anual en un 33% (28.758 kWh)



## 8.7 Integración de Energías Renovables No Convencionales: Fondos en la Región de los Lagos con el apoyo del Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES). Elaboración de productos alimenticios: Lácteos

### **Descripción:**

Producción de Biogás con purines de vaca en fundos agrícolas (lecherías) con 80 - 300 vacas en ordeña.

### **Proceso Optimizado:**

Uso de purines de vaca para producción de Biogás para generar energía térmica y/o eléctrica.

### **Resultados:**

Caldera biogás caliente agua para lavar sala de ordeña y equipos; generación eléctrica a una potencia de 25 kW y el uso de purines tratados en biodigestor como fertilizante.

### **Ahorro:**

Uso de biogás reemplaza un 30% uso de leña y la generación de electricidad disminuye a la mitad la energía eléctrica, otorgando además seguridad energética.

### **Inversión (aprox.):**

entre 8 – 40 MM CLP

### **Tiempo de amortización (aprox.):**

10 años



## 8.8 Eficiencia Energética: Viña San Pedro. Recambio a motores eficientes. Vitivinícola.

### Descripción:

Sistema de bombeo de agua para refrigeración de cubas, el cual está compuesto por 18 motores y sus correspondientes bombas centrífugas. Además los equipos de refrigeración que complementan el sistema de bombeo, demandan en promedio el 43% de la energía eléctrica total de la planta durante el año, aumentando a 52% durante el período de vendimia (marzo a abril-mayo).

### Solución:

Implementar motores alta eficiencia y VDF Siemens: Motores eléctricos de alta eficiencia (new Cooper Technology) y variadores de frecuencia G120 – CU 240S, integrándolos en el sistema de bombeo de las soluciones refrigerantes. En resumen, la implementación consistió en la instalación de:

- 18 motores alta eficiencia (entre 7,5 kW a 15 kW)
- 15 VDF PM 240 (entre 7,5 kW a 18 kW – 380-480 V)
- 15 CU 240S DP, PROFIBUS DP 9 DI + 3 DO
- 15 Transmisores de Presión
- Accesorios para programación, operación y respaldo de información

### Resultados y Conclusiones:

Los motores eléctricos convencionales similares a los instalados en la planta Molina de San Pedro tienen un rendimiento promedio de 88%. Los nuevos motores eficientes de Siemens con New Cooper Technology entregan un rendimiento promedio de 91%. Este 3% de aumento en el rendimiento mejora la eficiencia del sistema de bombeo en aproximadamente un 1,5 %.

### Inversión (aprox.):

38 MM CLP

### Años de amortización:

3,5 años

### Ahorro energético por año:

Aumento promedio de eficiencia con motores SIEMENS: 3%; Reducción consumo energía eléctrica en bombas: 2,5%.



## 8.9 Eficiencia Energética: Viña Tarapacá. Iluminación Natural. Vitivinícola

### Descripción:

Iluminación de naves industriales destinadas a bodegas e insumos.

### Solución:

Implementar tecnología Solarspot (30 Tubos solares), que reemplazan durante el día a 30 lámparas de haluro de metal de 400W c/u.

### Resultados y Conclusiones:

Ahorro anual de 34.560 kWh, considerando 30 lámparas de 400W encendidas 10 horas al día



## 8.10 Eficiencia Energética: Viñedos Emiliana S.A. Caldera de biomasa. Vitivinícola

### Diagnóstico Inicial:

Caldera de gas sobredimensionada para agua caliente sistema de control temperatura cubas vinificación

### Solución:

Caldera de biomasa 50 kW

### Resultados y Conclusiones:

Resultado exitoso. Cambio significó reducción de un 85% en el consumo de gas, pasando de un consumo promedio estimado de 44.711 lts a 6.726 lts, recuperándose la inversión en 1 año. Esto contribuyó a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, control de especie de exótica invasiva (aromo como combustible) y eficiencia en el uso de los recursos.

### Inversión (aprox.):

11 MM CLP

### Años de amortización:

1 año

### Consumo energético del proceso:

44.711 lts gas

### Consumo energético del proceso:

6.726 lts gas

### Ahorro energético:

37.985 lts gas

### Ahorro económico por año:

15.387.969 CLP



## 8.11 Eficiencia Energética: Rio Blanco. Proyecto 1 – Automatización del sistema de refrigeración. Frutícola.

### **Descripción:**

El sistema de refrigeración consta de equipos cuya potencia eléctrica suma unos 1500 kw, su puesta en marcha y/o detención se hace a través de control manual del operador de sala de máquinas.

### **Solución:**

La operación de los diferentes componentes del sistema, compresores, evaporadores, condensadores evaporativos, bombas de agua y amoniaco entre otros, se realiza a través de PLCs (Programmable Logic Controller) y se administra por medio de software Scada en función de parámetros de control de presión y temperatura.

### **Resultados y Conclusiones:**

Se obtiene un menor tiempo de trabajo de los equipos y a una menor capacidad consiguiendo así un ahorro de energía eléctrica.

### **Inversión (aprox.):**

68.000.000 CLP

### **Años de amortización:**

4,3 años

### **Ahorro energético:**

300.000 kwh /año

### **Ahorro económico por año:**

15.000.000 CLP

### **Financiamiento:**

Recursos propios con apoyo de CORFO a través “Programa de Pre-Inversión en Eficiencia Energética”, cofinanciamiento de Estudios de Preinversión en Eficiencia Energética.



## 8.12 Eficiencia Energética: Rio Blanco. Proyecto 2 – Cambio de Iluminación en Packing y Frigorífico. Frutícola.

### **Descripción:**

Los sistemas de alumbrado de packing y frigorífico contenían equipos de haluro metal y tubos fluorescentes T8, potencia instalada de 80 kW.

### **Solución:**

Cambio de equipos de haluro metal por de inducción magnética y los equipos T8 por de T5.

### **Resultados y Conclusiones:**

Se obtienen la reducción de potencia eléctrica a 43 kW.

### **Inversión (aprox.):**

37.000.000

### **Años de amortización:**

3 años

### **Consumo energético del proceso/ equipo antes del recambio:**

124181 kWh

### **Consumo energético del proceso/ equipo después del recambio:**

55796 kWh

### **Ahorro energético:**

68385 kWh/ año

### **Ahorro económico por año:**

7.076.372 CLP

### **Financiamiento:**

Recursos propios con apoyo de CORFO a través “Programa de Pre-Inversión en Eficiencia Energética”, cofinanciamiento de Estudios de Preinversión en Eficiencia Energética.

## 9. Conclusiones

El estudio tiene como fin contribuir a facilitar la implementación de medidas de EE, orientando a las empresas del sector, mostrando posibles mejoras y su potencial de ahorro energético como base de toma de decisiones. A continuación se presentan las conclusiones de la elaboración del presente informe.

### Potencial de ahorro energético

- Los potenciales de ahorros energéticos en base a la EE apuntan a un máximo de un 16% dentro del sector siempre y cuando existan medidas de reducción de energía asociadas a la Cogeneración. Esto resalta la importancia en promover y desarrollar proyectos de este estilo dentro del sector.
- Los combustibles fósiles son la principal fuente de energía del sector con un 68%, siendo el subsector de conserva y congelados de pescado y moluscos el más intensivo en el uso de combustible es (69%). Por otro lado, el otro tercio de la demanda energética del sector (32%) se basa en la energía eléctrica, siendo el subsector agricultura (frutícola) el sector con el porcentaje más alto en el uso de energía eléctrica (78%). Este análisis cobra relevancia para entender dónde enfocar los esfuerzos de EE, especialmente considerando que las emisiones por consumo de combustible resultan 1,4 veces mayor que las emisiones por consumo eléctrico, razón por la cual el impacto en términos de emisiones de una medida de EE en el ámbito térmico es mucho mayor.
- Reflejando el resultado anterior, las medidas de EE relativas al consumo de combustible presentaron el 64% del potencial de ahorro energético total, centrándose en los procesos de generación y distribución de calor, siendo esta última una de las principales áreas detectadas de consumo energético aparte de los sistemas de impulsión y los sistemas de frío. Como equipos de alto consumo energético transversales a los diferentes subsectores fueron identificadas las calderas, los hornos y secadores (dentro de los procesos térmicos de calor), compresores, condensadores y evaporadores (dentro de los procesos térmicos de generación de frío) y bombas de impulsión, cintas transportadoras y hornos eléctricos (dentro de los procesos eléctricos).
- El diagnóstico energético realizado a partir de la sistematización de los datos obtenidos de los informes de auditoría energética permitió rescatar medidas típicas con mayor ahorro energético para cada área de consumo detectada. Por ejemplo: Para los procesos térmicos de calor destacan sistemas de recuperación de calor en calderas y en sistemas de distribución que presentan un alto potencial de ahorro, sobre todo en el subsector de la ganadería intensiva. Del mismo modo, en la generación de frío, tanto el diseño del sistema como el aprovechamiento de la energía disipada, contribuyen significativamente a la eficiencia de los



procesos, siendo el sector de la elaboración de productos alimenticios (fruta) y el vitivinícola los sectores donde la implementación de estas medidas contribuirá a un ahorro significativo. Por último, la instalación de variadores de frecuencia, la correcta operación de equipos y el recambio de equipos son las medidas con mayor impacto en la agricultura frutícola y la elaboración de frutas.

- Cabe destacar que, aparte de los recambios tecnológicos, medidas como las mejoras operacionales que abarcan desde la gestión de los procesos productivos, la optimización de recursos hasta mejoras que se basan en un cambio cultural a través de la educación y capacitación, tienen un significativo potencial de ahorro. Finalmente también se analizó la integración de ERNC, dentro de las cuales destacan las oportunidades que ofrecen la generación en base a sistemas fotovoltaicos y a biogás.
- Si bien existen potenciales de implementación de medidas de EE y otras oportunidades de mejoras que pueden mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir costos de los energéticos utilizados, se observa que como sector no se ha logrado una implementación de manera masiva, debido a las distintas limitaciones existentes.

### **Margen legislativo**

- Si bien dentro de las barreras asociadas a las externalidades de producción y consumo de combustible se identifica la ausencia de una política que regule en materia energética, como una de las principales variables de impacto al uso excesivo de la energía y la falta de inversión en EE. Se destaca que Chile ya se encuentra trabajando en estos aspectos considerando el lanzamiento de la Agenda de Energía (2014) y la Hoja de Ruta 2050 (2015), ambos documentos que presentan los objetivos y metas propuestas por el gobierno a corto, mediano y largo plazo en materia de energía y la inclusión de la EE y ERNC como herramientas de apoyo para su cumplimiento.

### **Acceso a información y estandarización**

- La información dentro de los trabajos energéticos desarrollados en el sector agroalimentario, presentan una estructura diversa, generando variedad en los datos posibles de extraer en dichos documentos. Indicadores energéticos, diagramas de procesos, distribución del consumo de energía por equipos, entre otras; se encontraron ausentes dentro de ciertos informes que componen la muestra, lo que aumenta el margen de error de la comparabilidad que puedan tener los datos y la obtención de un posible benchmark entre empresas de un mismo rubro. No obstante, éste trabajo se presenta como una herramienta en lo que respecta a orientar a las empresas del sector y promover el interés por la EE y lo importante que resulta el poder contar con datos y evaluaciones confiables dentro de este rubro. En este contexto, a pesar de contar con información limitada, fue posible identificar aquellos rubros de mayor importancia dentro del sector, su distribución por consumos energético empleado, los procesos de mayor demanda

energética, los equipos que se asocian a este alto consumo y las principales oportunidades de mejora energética.

- La limitada información, la diversidad y la calidad impide el poder detallar consumos a nivel de proceso o equipo, para muchas de las empresas que realizaron estudios energéticos e identificaron posibles indicadores por procesos o equipos. Sin embargo, se debe destacar que para determinar indicadores no basta contar con los consumos energéticos y la producción o el material que se procesa (esto respecto de indicadores generales de energía), sino que se debe considerar las variables involucradas dentro del proceso. Para muchas de las empresas del sector, al ser su producción estacional: los factores medioambientales se presentan como variables externas, incontrolables y de alto impacto dentro de los consumos energéticos.
- La información que permite evaluar los sectores de Pesca, Lácteo y los casos de éxito, aún está siendo elaborada, por lo que no fue posible incluirlos dentro de este informe. La dependencia, respecto de la entrega de información por parte de terceros, impidió cumplir con los plazos estipulados para el desarrollo del trabajo, en lo que a los temas anteriormente mencionados respecta.

#### **Potencial de desarrollo de trabajos energéticos en empresas de menor tamaño**

- Los trabajos energéticos desarrollados fueron realizados en su mayoría dentro de empresas grandes. Esto debido a que los proyectos se focalizaron en aquellas empresas que presentaban mayores consumos energéticos. Sin embargo, el sector Agroalimentario en un 80% se encuentra compuesto por pequeñas y micro empresas, lo que confirma la existencia de un potencial de trabajos energéticos posibles de desarrollar, que apunten a empresas de menor tamaño.

#### **Necesidad de crear instancia de colaboración**

- Los trabajos que promueven el uso eficiente de la energía no sólo son apoyados por la AChEE y CAMCHAL, sino que existen otros actores como CORFO y el Ministerio de Energía (entidades hasta Mayo 2016 representados por El Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES)), el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), la Oficina de Estudio y Políticas Agrarias (ODEPA) y la Fundación para la innovación agraria (FIA), entre otros; que generan proyectos que apuntan al correcto uso de la energía. Respecto de esto, es importante el no replicar esfuerzos y generar una mesa de trabajo que permita compartir experiencias, trabajos, iniciativas y lineamientos, entre otros. Dentro del Proyecto Smart Energy Concepts, esta instancia se da a través de las reuniones de directorio en lo cual las instituciones señalada arriba son participantes constantes

## Capacitación

- Dentro del desarrollo del trabajo se visualizó un alto desconocimiento respecto de conceptos energéticos básicos, tanto a nivel operativo como a nivel gerencial en las empresas del sector.



## 10. Recomendaciones

- Aquellos indicadores de consumo energético y producción son los que presentan más sensibilidad frente a variables que no necesariamente son energéticas, por lo que resulta imprescindible, para el desarrollo de un indicador de energía, el poder identificar los elementos de mayor incidencia dentro del comportamiento energético, poniendo especial énfasis en aquellos factores externos que no son posibles de controlar (ejemplo: el clima).
- Para llegar a lo anteriormente señalado es necesaria la profundización en el desarrollo de estándares de trabajo como el del capítulo 3.1: Auditoría energética (AE), ya que establece de forma sencilla los requisitos mínimos a considerar dentro de un trabajo energético. Esto permitirá contar con estructuras de trabajo homologas en proyectos futuros.
- Estimular la medición y verificación en las empresas. Se debe implementar la medición como requisito de los trabajos energéticos que se desarrollan, además de hacer la instalación de medidores y sensores el estándar para el desarrollo y la instalación de nuevas líneas de producción y equipos.
- El desarrollo de un análisis energético debiese considerarse hasta los equipos de mayor consumo de energía. Lo que insta a conocer la distribución energética, procesos de mayor relevancia y equipos asociados a estos.
- Resulta de gran importancia el poder contar con documentos que permitan nivelar el conocimiento respecto de la eficiencia energética y las medidas que se presentan como una oportunidad de mejora al proceso. La información dentro de los documentos a elaborar, que apuntan a un público general no especializado en la materia, debe ser simple, dinámica, cercana e informativa.
- Se propone impulsar el desarrollo de trabajos, documentos, etc., que de manera simple, logren apoyar y promover la importancia de EE en empresas de menor tamaño.
- Debido al grado de impacto que tiene la cogeneración dentro del potencial de ahorro energético del sector, resulta relevante considerar el poder contar con una línea de trabajo separada que permita promover el conocimiento de ésta tecnología, desde sus conceptos básicos hasta sus potenciales ahorros, casos de éxito y posibles formas de implementación.
- La capacitación, tanto de la alta gerencia de las empresas como a los colaboradores y también de los funcionarios en instituciones públicas, es fundamental para establecer una base y concientización de la temáticas



- La Eficiencia Energética debe ser parte de la estrategia empresarial, es decir un tema transversal integrado a todas las jerarquías y niveles del organigrama de la empresa. Para lograr esto la formación de profesionales, ya desde la enseñanza escolar hasta la educación universitaria deben apuntar a que la EE sea juega un rol en la toma de decisiones de los individuos de la organización



## Nomenclatura

CO <sub>2eq</sub> :	Dióxido de carbono equivalente
EE:	Eficiencia Energética
ERNC:	Energía renovable no convencional
EER:	Ratio de energía eficiente
FE:	Factor de emisión
GNL:	Gas natural líquido
GLP:	Gas licuado de petróleo
HP:	Horse-Power
KW:	Kilo watt, potencia
kWh:	Kilo-watt hora, energía
kWh <sub>t</sub> :	Kilo-watt hora térmico, energía
MMCL\$:	Millones de pesos moneda chilena
MMUS\$:	Millones de dólares
SIC:	Sistema interconectado central
SINC:	Sistema interconectado norte grande

## Glosario

**Amper:** Unidad de medida de corriente eléctrica.

**Auditoría energética:** Es un proceso sistemático mediante el que se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa, se detectan los factores que afectan al consumo de energía y se identifican, evalúan y ordenan las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.

**Balasto:** Pieza auxiliar del equipo necesaria para encender y controlar correctamente el flujo de la corriente a las fuentes de luz por descarga de gas, como las lámparas fluorescentes y las de descarga de alta intensidad.

**Balasto electromagnético:** Balasto utilizado con lámparas de descarga formado fundamentalmente por hilos de cobre enrollados similares a los de un transformador en un núcleo de acero o hierro.

**Balasto electrónico:** Nombre abreviado del balasto electrónico de alta frecuencia de una lámpara fluorescente. Los balastos electrónicos utilizan componentes electrónicos, y normalmente hacen funcionar las lámparas fluorescentes en frecuencias de 25-35 kHz.

**Biomasa:** Fuente de energía primaria correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable de origen vegetal o animal.

**Bomba de calor:** Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente. En calefacción o climatización, aparato capaz de tomar calor de una fuente a baja temperatura (agua, aire, etc.) y transferirlo al ambiente que se desea calefaccionar.

**Capex:** Costo de la inversión.

**Carbono neutral:** Acción que implica remover la misma cantidad de CO<sub>2</sub> de la atmosfera que se agrega.

**Cogeneración:** Es la generación simultánea de energía mecánica o eléctrica y de energía térmica útil, a partir de una fuente primaria; La energía térmica puede ser desde frío hasta calor en cualquiera de sus formas. Los sistemas de cogeneración se clasifican en dos grandes categorías:

- Sistema topping, son los más frecuentes, la fuente de energía primaria se utiliza para generar energía mecánica que se transformará en electricidad; la energía térmica residual del equipo se convierte a una forma más útil, como vapor. Es utilizada por empresas donde el requerimiento no es tan elevado.

- Sistema de bottoming, la energía primaria se utiliza directamente para satisfacer los requerimientos térmicos del proceso y la energía térmica residual o de desecho, se usará para la generación de energía eléctrica.

La cogeneración es técnicamente posible cuando coexisten demandas eléctricas y de calor ubicado relativamente cerca. La gran ventaja de la cogeneración es su mayor EE respecto de la generación separada de electricidad y calor, ya que aprovecha calores residuales de los equipos motrices usados comúnmente para la generación de electricidad, como: turbinas de vapor, turbinas de gas y motores de combustión interna.

**Combustible fósil:** Combustible de origen orgánico que se formó en edades geológicas pasadas y que se encuentra en los depósitos sedimentarios de la corteza terrestre. El carbón, el petróleo y el gas natural son los combustibles fósiles.

**Corriente alterna:** Variable eléctrica, expresada en amperes (A), cuya magnitud y dirección cambia de manera cíclica en el tiempo. Se utiliza principalmente en la generación, transporte, distribución y consumo electricidad.

**Corriente continua:** Variable eléctrica, expresada en amperes (A), cuya magnitud y dirección no cambia de manera cíclica en el tiempo. Se utiliza en interconexiones eléctricas entre sistemas o países vecinos, o bien, en telecomunicaciones y/o sistemas de control.

**Demanda energética:** Cantidad de energía gastada en un país o región. Puede referirse a energías primarias o a energías finales. En el primer caso, es la suma de consumos de fuentes primarias (petróleo, carbón, gas natural, energía nuclear, hidroeléctrica y otras renovables). En el segundo caso, la suma de energías gastadas por los distintos sectores económicos.

**Eficiencia energética:** Es el conjunto de acciones que permite optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida, y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

**Energía final:** Energía (eléctrica o térmica) que los consumidores gastan en sus equipos profesionales o domésticos: combustibles líquidos, gases, electricidad, carbón... Proceden de las fuentes de energía primaria por transformación de éstas. También se denomina energía secundaria.

**Energía primaria:** Energía que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión. Dado que los procesos de conversión siempre originan pérdidas, este concepto aplicado a un ámbito geográfico representa la energía que necesita en términos absolutos.

**Energías renovables:** Energías cuya utilización y consumo no suponen una reducción de los recursos o potencial existente de las mismas (energía eólica, solar, hidráulica, etc). La biomasa también se



considera como energía renovable pues la renovación de bosques y cultivos se puede realizar en un periodo de tiempo reducido.

**Estructura energética:** Distribución porcentual por fuentes energéticas y/o sectores económicos de la producción o el consumo de energía en un determinado ámbito geográfico y en un periodo de tiempo considerado.

**Factores de emisión:** Referidos a la generación de energía, representan la cantidad de contaminante emitido (medido en unidades de masa) por energía utilizada en un determinado proceso.

**Factura energética:** Costo económico que supone el consumo de energía final en un país o región durante un determinado periodo de tiempo.

**Fuente de energía:** Todo recurso que permite producir energía útil directamente, o mediante transformación o conversión, entendiendo como conversión la producción de energía con modificación del estado físico del agente energético.

**Fuente secundaria:** Energético que proviene de la transformación de otro energético ya procesado, y que son más conocidos como energéticos secundarios. Un ejemplo de esto es la energía eléctrica.

**G.L.P.:** Gases licuados del petróleo. Son productos nobles derivados del petróleo obtenido en refinería. Consisten básicamente en propano y butano.

**Gas de efecto invernadero (GEI):** Gas que al estar presente en la atmósfera refleja hacia la tierra la radiación infrarroja emitida por ésta provocando un calentamiento de la propia tierra y su atmósfera. Los principales gases de invernadero que tienen relación con la producción de energía son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

**Grupo Electrónico:** Equipos generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna.

**Higroscópico:** Material que atrae y absorbe la humedad.

**Indicadores o índices de ahorro energético:** Son variables que miden el consumo energético de las actividades que se deseen analizar dentro de la empresa.

**Lámpara:** Término utilizado para indicar el conjunto completo de la fuente de luz, que incluye las partes internas y una ampolleta o un tubo exterior. Por supuesto, también se utiliza este término para designar un tipo de accesorio de iluminación pequeño, como una lámpara de mesa.

**Luminaria:** Unidad de iluminación completa formada por una o más lámparas y uno o más balastos, junto con las partes diseñadas para distribuir la luz, colocar y proteger las lámparas y conectarlas al suministro de energía.

**Pérdidas energéticas:** Cantidad de energía que no pasa al estado final de una transformación debido a las limitaciones de los sistemas empleados para la misma.

**Poder calorífico inferior:** Cantidad de calor desprendida por unidad de combustible, sin enfriar o condensar los productos de la combustión con lo que se pierde el calor contenido en el vapor de agua. El PCI es siempre menor que el PCS y es el valor que se tienen en cuenta al hablar de las cualidades energéticas de un producto.

**Poder calorífico superior:** Cantidad de calor desprendida por unidad de masa de combustible anhidro.

**PRI:** Periodo de recuperación de la inversión.

**Rendimiento:** Relación existente entre la energía que requiere un determinado equipo para su funcionamiento y la que realmente transforma en energía útil.

**Termostato:** Es un componente de un sistema de control empleado para mantener temperatura en un punto o rango predeterminado de un sistema o ambiente y los hay de muchos tipos, digitales, analógicos, mecánicos, electrónicos, proporcionales, una o más etapas, etc. Los termostatos son dispositivos que permiten cerrar o abrir un circuito eléctrico en función de la temperatura. Es un instrumento que mantiene una temperatura regular. Normalmente forma parte de un sistema de calefacción.

**Tonelada equivalente de petróleo (tep):** Cantidad de energía similar a la que produce la combustión de una tonelada de petróleo. Su valor exacto es de 10.000 termias o 1.428 tec (toneladas equivalentes de carbón).

## Bibliografía

International Energy Agency (IEA), 2015, *Energy and Climate Change*, visto Marzo 2016  
<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChangeExecutiveSummarySpanishversion.pdf>

BBVA Research, 2014, *Radiografía del sector energético chileno. Un enfermo que aún necesita tratamiento de electroshock*, visto Marzo 2016 [https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2014/11/Presentaci%C3%B3n-Energ%C3%ADa\\_1120141.pdf](https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2014/11/Presentaci%C3%B3n-Energ%C3%ADa_1120141.pdf)

Ministerio de Energía, 2014, *Agenda de Energía: Un desafío país, progreso para todos*, Chile, [http://www.cumplimiento.gob.cl/wp-content/uploads/2014/03/AgendaEnergiaMAYO2014\\_FINAL.pdf](http://www.cumplimiento.gob.cl/wp-content/uploads/2014/03/AgendaEnergiaMAYO2014_FINAL.pdf)

Comisión Nacional de Energía (CNE), 2014, *Balance Energético, Energía Abierta*, visto Mayo 2016, <http://energiaabierta.cne.cl/balance-energetico/>

Consultivo de Energía, 2015, *Hoja de Ruta 2050 Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva para Chile Comité 2050*, visto Marzo 2016, <http://www.energia2050.cl/uploads/libros/hojaderuta.pdf>

Oficina de Estudio y Políticas Agrarias (ODEPA), 2015, *Estadísticas productivas*, visto Abril 2016, <http://www.odepa.cl/estadisticas/productivas/>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2015, *Estadísticas Agrícolas*, visto Abril 2016, [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_agropecuarias/estadisticas\\_agricolas/agricolas.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/estadisticas_agricolas/agricolas.php)

Servicio Nacional de Aduanas, 2014, *Anuario Estadístico*, visto Mayo 2016, [https://www.aduana.cl/aduana/site/artic/20150624/asocfile/20150624160021/anuario\\_estadistico\\_servicionacionaladuanas\\_2014.pdf](https://www.aduana.cl/aduana/site/artic/20150624/asocfile/20150624160021/anuario_estadistico_servicionacionaladuanas_2014.pdf)

Ministerio de Relaciones Exteriores (DIRECON), 2014, *Atrévete a exportar*, visto Abril 2016, <http://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2015/01/ATREVETE-A-EXPORTAR-2015.pdf>

Agencia Andaluza, 2014, *Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria*, visto Marzo 2016, [https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/metodologia\\_xwebx1.pdf](https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/metodologia_xwebx1.pdf)

International Organization for Standard (ISO 50002), 2014, *Energy Audits*, Switzerland, pág. 27

Ministerio de Energía, 2014, *Inventario de Emisiones de GEI para PyMEs*, visto Mayo 2016  
<http://huelladecarbono.minenergia.cl/>

Ministerio de Energía, 2014, *Electricidad*, visto Abril 2016  
[http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14\\_portal\\_informacion/la\\_energia/electricidad.html](http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14_portal_informacion/la_energia/electricidad.html)

Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2015, *Medición y Verificación en la Gestión de Proyecto de Eficiencia Energética Agroindustria*, visto Marzo 2016,  
[file:///C:/Users/jovalle/Downloads/MyV\\_Gui%CC%81a-Agroindustria\\_02.pdf](file:///C:/Users/jovalle/Downloads/MyV_Gui%CC%81a-Agroindustria_02.pdf)

Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2015, *Guía de calificación de consultores en Eficiencia Energética*, visto Marzo 2016, <http://www.consultoree.cl/wp-content/uploads/2013/07/Guia-calificacion-consultores-EE-Marzo-2015.pdf>

Agencia extremeña de la Energía, 2014, *Eficiencia Energética en Empresa del Sector Agroalimentario 2*, visto Abril 2016,  
[http://www.agenex.net/guias-altercexa/2\\_EF\\_ENERG\\_EN\\_EMPRESAS\\_DEL\\_SECTOR\\_AGROALIMENTARIO.pdf](http://www.agenex.net/guias-altercexa/2_EF_ENERG_EN_EMPRESAS_DEL_SECTOR_AGROALIMENTARIO.pdf)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía España (IDAE), 2007, *Guía Técnica Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*, visto Marzo 2016,  
[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10540\\_DisenoycalculosaislamientoAISLAM\\_GT3\\_07\\_01ee3c15.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_DisenoycalculosaislamientoAISLAM_GT3_07_01ee3c15.pdf)

Schneider Electric, 2009, *Guía de Soluciones de Eficiencia Energética*, visto Mayo 2016,  
<https://www.schneiderelectric.es/documents/local/soluciones/Guia-soluciones-eficiencia-energetica-2a-edicion.pdf>

Ministerio de Energía, 2014, *Energías Renovables no Convencionales*, visto Marzo 2016  
[http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14\\_portal\\_informacion/la\\_energia/ernc.html](http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14_portal_informacion/la_energia/ernc.html)

Banco Central de Chile, *Estadísticas*, visto Marzo 2016,  
<http://si3.bcentral.cl/siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Servicio de Impuestos internos (SII), *Estadísticas y Estudios*, visto Abril 2016,  
<http://www.sii.cl/estadisticas/>

Pontificia Universidad Católica (PUC), 2014, *Políticas de eficiencia y ahorro energético para el sector eléctrico chileno: ¿garrote o zanahoria?*, visto Mayo 2016,  
<http://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/politicas-de-eficiencia-y-ahorro-energetico-para-el-sector-electrico-chileno.pdf>

## Anexos

### A.1 Ficha de inscripción

Proyecto Smart Energy Concepts Chile  
Fomentando la Implementación de Medidas de Eficiencia Energética en el Sector  
Agroalimentario

Nombre empresa o institución:	
Su empresa es socio de una Asociación Gremial?	
Dirección:	
Página web:	
RUT empresa:	
Giro empresa:	
Nivel de Ventas Anuales (UF) (marque casilla correspondiente)	<input type="checkbox"/> hasta 25.000 <input type="checkbox"/> 25.001-100.000 <input type="checkbox"/> >100.000
Nombre contacto:	
Cargo:	
Teléfono:	
Mail:	
Su empresa ha realizado actividades relacionadas con la Eficiencia Energética?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<b>En caso afirmativo, cuáles:</b>	
Capacitaciones	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Auditoría(s) Energética(s)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Implementación de medidas de eficiencia energética	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Implementación de un Sistema de Gestión de Energía	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Otra (mencionar actividad/medida)	
<b>Si su respuesta es negativa, favor completar:</b>	
No ha tenido la oportunidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
No le ha visto utilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Otra: (mencionar)	

¿Su empresa participa de un Acuerdo de Producción Limpia (APL)? Sí  No

¿En su empresa, estarían dispuestos a compartir sus experiencias en relación a la implementación de medidas de eficiencia energética y la gestión de energía?

Sí  No

Por favor enviar este formulario a [iwunderlich@camchal.cl](mailto:iwunderlich@camchal.cl)

### Observaciones

- El proyecto Smart Energy Concepts Chile se realizará entre enero 2015 y septiembre 2019.
- Inscribirse en el proyecto Smart Energy Concepts Chile no tiene ningún costo para las empresas.
- Con esta inscripción, su empresa quedará registrada como empresa participante del proyecto. Se le informará y podrá participar de todas las actividades que se realizarán en el marco de éste. Además, podrá optar a postular al co-financiamiento que se otorgará para actividades de capacitación, misiones tecnológicas a Alemania y el concurso de ingeniería de detalle.
- Con esta inscripción, su empresa se compromete a informar a CAMCHAL durante el primer semestre del año 2019 acerca de las medidas de eficiencia energética que se han implementado en su empresa desde la inscripción en el proyecto.

## A.2 Ficha de buenas prácticas

Ejemplos de **Buenas Prácticas** y **Casos de Éxito** de Implementación de Medidas de Eficiencia Energética en el Sector Agroalimentario  
Smart Energy Concepts Chile

Datos Generales		
Nombre de la Empresa:		
Giro empresa / Rubro:		
Empresa:		Foto/Logo:
Página web:		

Medida de Eficiencia Energética Implementada		
Título: Diseño Tecnológico de Deshidratador Solar bajo modelo ESCO		
Descripción:	Diagnóstico inicial y detalle de procesos optimizados:	
	Solución:	
	Resultados y Conclusiones:	
Inversión (aprox.):		
Años de amortización (aprox.):		
Consumo energético del proceso / equipo antes del recambio		
Consumo energético del proceso / equipo después del recambio		
Ahorro energético por año (de no tener datos, un aproximado según especificaciones de equipos):		
Ahorro económico por año (aprox.):		
Financiamiento:		

**Observaciones:**

- Adjuntar fotos relevantes.
- La información solicitada se publicará en la sección sobre buenas prácticas de la página web del Proyecto Smart Energy Concepts
- Adicionalmente, la información puede ser utilizada en la “Caracterización Energética del Sector Agroalimentario”, publicación elaborada por CAMCHAL y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE).





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

en virtud de una resolución del  
Parlamento de la República Federal de Alemania