



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**FOMENTO AL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA
PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA AGROINDUSTRIAL**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

FERNANDO DAVID DONOSO HUERTA

PROFESOR GUIA
MANUEL DIAZ ROMERO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
RAÚL URIBE DARRIGRANDI
RONALD FISCHER BARKAN

SANTIAGO DE CHILE

2019

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE: Ingeniero Civil Industrial
POR: Fernando David Donoso Huerta
FECHA: 24/junio/2019
PROFESOR GUIA: Manuel Diaz Romero

FOMENTO AL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA AGROINDUSTRIAL

El objetivo principal de este trabajo es fomentar la eficiencia energética, para lograrlo se diseñó ciertos análisis que muestran distintas aristas de la eficiencia energética, tales como las barreras que presenta la eficiencia energética, las motivaciones que las empresas tienen para desarrollar proyectos energéticos y mecanismos previos de fomento que faciliten el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, como auditorías energéticas y sistemas de gestión de energía.

La base de datos para realizar este estudio fue proporcionada por el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y consiste en datos de la primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas (realizada por el Centro de Energía de la Universidad de Chile y el Ministerio de Energía de Chile, 2018).

Una de las principales razones para fomentar la eficiencia energética es que en Chile existe un problema energético, ya que existe una correlación entre la producción del país (PIB), el consumo energético y el uso de combustibles fósiles, este problema no se puede seguir omitiendo, pues mientras más se demora en incentivar a la eficiencia energética, mayor será la mala gestión de la energía.

Existe una serie de barreras que impiden que la eficiencia energética pueda ser conocida y aplicada. La falta de información está alejando una gran oportunidad económica, para el caso de la agroindustria existe un 16% de potencial de ahorro en energía y la industria tiene un potencial de USD 614 millones. Para aprovechar este potencial debe generarse una íntima relación entre las empresas que necesitan eficiencia energética y las empresas que brindan el servicio, es importante que las contrapartes se conozcan y puedan retroalimentarse de información para realizar proyectos adecuados a las necesidades.

Los análisis arrojaron que las empresas valoran el valor de marca que les genera realizar proyectos de eficiencia energética, por esto es necesario anunciar a las empresas comprometidas con el medio ambiente, permitiendo que se beneficien de la preferencia de sus clientes. Se estima que los clientes están dispuestos a pagar hasta un 10% más por productos que vengan de empresas sustentables.

Finalmente, a modo de ejemplo se analiza una empresa tipo del sector agroindustrial y se prepara un proyecto de eficiencia energética, en el que se plantea un plan financiero para evitar barreras de este tipo y una estrategia de difusión y valor de marca para fomentar esta motivación. El proyecto demostró ser rentable con un 29% de ahorro, lo cual demuestra que la eficiencia energética es una oportunidad que se debe aprovechar.

Me maravillo Señor de toda tu creación, por eso la estudio,
siempre entendiendo que lo más sabio de los hombres
no alcanza ni a lo más insensato de Dios.

La gloria sea tuya

Agradecimientos

A mi madre Julia Huerta, que es la mujer más inteligente que conozco, la cual me apoya incondicionalmente con disciplina y amor.

A mis hermanas Julissa Donoso H. y Vanessa Donoso H. que son un tremendo apoyo en mi vida.

A mi padre por apoyarme siempre.

A Felipe Blaset y Lennin Chamorro, por ser increíbles personas y muy buenos amigos.

A Dios por su incondicional amor, que me permite estudiar y disfrutar de su creación, toda la alabanza sea para EL.

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	10
1.1	Objetivos.....	11
1.1.1	Objetivo general	11
1.1.2	Objetivos específicos.....	11
1.2	Descripción y origen de los datos.....	12
1.3	Marco teórico.....	13
1.4	Metodología.....	14
2.	Contexto de la Eficiencia energética en Chile.....	18
2.1	Problema energético presente en Chile	18
2.1.1	Crecimiento del consumo energético y uso de combustibles fósiles.....	18
2.2	Oportunidad energética en Chile	21
2.2.1	Ahorro energético	21
2.2.2	Potencial energético sector industrial.....	22
2.2.3	Potencial energético sector agroindustrial.....	23
2.3	Estrategias y planes realizadas por el Estado de Chile, en virtud del fomento energético..	24
2.3.1	Plan de acción de eficiencia energética 2020	24
2.3.2	Agenda energética	25
2.3.3	Energía 2050.....	25
2.4	Estándares de eficiencia energética (ISO 50.001).....	26
3.	Barreras, motivaciones y acciones energéticas en la agroindustria.....	28
3.1	Análisis empírico de barreras de la eficiencia energética.....	28
3.1.1	Barreras que afectan el desarrollo de proyectos de eficiencia energética sector industrial.....	28
3.1.2	Análisis estadístico de barreras y su efecto en el desarrollo de proyectos de eficiencia energética.....	29
3.1.3	Análisis descriptivo de barreras, sector agroindustrial.....	31
3.1.4	Supuesto de similitud de comportamiento entre sector industrial y agroindustrial.....	32
3.2	Análisis de los tipos de incentivos de la eficiencia energética.....	33
3.2.1	Tipos de incentivos que afectan el desarrollo de proyectos de eficiencia energética...	33
3.2.2	Análisis estadístico, motivaciones para la realización de un proyecto de eficiencia energética.....	33
3.2.3	Análisis descriptivo de motivaciones para la realización de un proyecto.	35
3.3	Mecanismos para el fomento de proyectos de eficiencia energética.....	37

3.3.1	Identificación de mecanismos que mejoran las condiciones para el desarrollo de eficiencia energética	37
3.3.2	Ranking de mecanismos según su “nivel de impacto” en eficiencia energética.	38
3.3.3	Resumen de costos de mecanismos que fomentan la eficiencia energética	40
3.3.4	Ranking de mecanismos según su “nivel de esfuerzo” en eficiencia energética.....	40
3.3.5	Resultados del análisis de mecanismos para el fomento de eficiencia energética y plan de acción.	41
4.	Gestión de cambio en la empresa frente a la evaluación y desarrollo de proyectos de eficiencia energética.	42
4.1	Fases de cambio frente a un cambio cultural empresarial.	43
4.2	Pensamiento creativo y como llegar a proyectos de eficiencia energética.	44
4.2.1	Que debe hacer la empresa para determinar un proyecto adecuado.	44
4.2.2	Información necesaria que la empresa debe manejar para el desarrollo de un proyecto.	45
4.2.3	Indicadores necesarios para tomar la decisión correcta en la evaluación de un proyecto.	45
5.	Evaluación de un proyecto de eficiencia energética en una empresa tipo del sector agroindustrial.	46
5.1	Antecedentes de la empresa tipo (fruticultora).....	46
5.1.1	Procesos de elaboración de fruta fresca.	46
5.1.2	Consumo de energéticos	47
5.1.3	Precios energéticos	48
5.2	Proyectos asociados a las necesidades de la empresa.....	49
5.3	Selección de proyecto de eficiencia energética para empresa tipo (recambio sistema de refrigeración).	51
5.3.1	Plan de operaciones de recambio de sistema de refrigeración	51
5.3.1.1	Estado del sistema de refrigeración	51
5.3.1.2	Características de refrigeración del Producto.....	51
5.3.1.3	Necesidades de una cámara de refrigeración.....	52
5.3.1.4	Opciones de sistemas de refrigeración	53
5.3.1.5	Comparación técnica de sistemas de refrigeración.....	55
5.3.1.6	Costo sistemas de refrigeración.....	57
5.3.1.7	Conclusiones plan de operaciones.....	57
5.3.2	Estrategia de difusión y valor de marca.....	59
5.3.2.1	Cliente objetivo	59
5.3.2.2	Promoción de la empresa y su sustentabilidad	60
5.3.2.3	Certificaciones que avalan el trabajo energético de la empresa	60

5.3.2.4 Conclusiones estrategia de difusión y valor de marca.....	62
5.3.3 Plan financiero de recambio de sistema de refrigeración	63
5.3.3.1 Opciones de financiamiento	63
5.3.3.2 Periodo de evaluación y moneda.....	63
5.3.3.3 Costo del equipo	63
5.3.3.4 Consumo eléctrico con nuevo sistema de refrigeración	63
5.3.3.5 Ahorro generado	64
5.3.3.6 Conclusiones plan financiero.....	65
6. Conclusiones y recomendaciones	66
7. Bibliografía.....	68
8. Anexos.....	71
Anexo 1: Ítems de Encuesta	71
Anexo 2: Porcentaje de adopción de la agroindustria Chile.....	77
Anexo 3: Resultados regresión logística binaria barreras	78
Anexo 4: Ejemplo de política energética.....	79
Anexo 5: Evaluación económica de mecanismos que fomentan la eficiencia energética.....	80

Índice de tablas

Tabla 1: Indicadores económicos	22
Tabla 2: Análisis de sensibilidad indicadores económicos	23
Tabla 3: Ahorro energético por sectores año 2020.....	24
Tabla 4: barreras que presentan las empresas que realizan eficiencia energética	29
Tabla 5: Descripción de variables de modelo logístico binario barreras.....	30
Tabla 6: Resultado modelo regresión logística binaria, barreras, variables significativas.....	31
Tabla 7: Descripción de variables de modelo logístico binario Motivaciones.....	34
Tabla 8: Resultado modelo regresión logística binaria, Motivaciones.....	34
Tabla 9: Resultado modelo regresión logística binaria, Motivaciones, variables significativas...	35
Tabla 10: Ranking de mecanismos de fomento a la eficiencia energética según su “probabilidad” e “impacto de desarrollo”	39
Tabla 11: Resumen de costos mecanismos que fomentan la eficiencia energética.....	40
Tabla 12: Ranking de mecanismos de fomento a la eficiencia energética según su “probabilidad” y “nivel de esfuerzo”	41
Tabla 13: Consumo energético de la empresa	47
Tabla 14: Distribución de energéticos	48
Tabla 15: Precios energéticos Chile	48
Tabla 16: Gasto en energéticos CLP\$	49
Tabla 17: Proyectos para iluminación	49
Tabla 18: Proyectos para climatización.....	50
Tabla 19: Proyectos para Motores	50
Tabla 20: Proyectos para Refrigeración	50
Tabla 21: Proyectos para Hornos industriales y secado	50
Tabla 22: Fuentes de calor.....	53
Tabla 23: Diferencias tipo de compresor.....	55
Tabla 24: Comparación refrigerantes	55
Tabla 25: Costos sistemas de refrigeración	57
Tabla 26: Costos sistema de refrigeración.....	63
Tabla 27: Consumo energético de una cámara de refrigeración	64
Tabla 28: Consumo energético cuatro cámaras de refrigeración	64
Tabla 29: Resumen Ahorro.....	65
Tabla 30: Costo auditoria	80
Tabla 31: Costo Política energética	80
Tabla 32: Costo Planificación energética	81
Tabla 33: Costo encargado exclusivo de EE.	81
Tabla 34: Costo de implementación de indicadores y metas fijados.....	81
Tabla 35: Costo campañas de concientización empresa mediana	82
Tabla 36: Horas trabajadas en el proceso SGE.....	83
Tabla 37: Costo implementación SGE en CLP\$	84
Tabla 38: Costo curso de la agencia chilena de eficiencia energética.....	84

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Matriz de riesgo.....	17
Ilustración 2: Tasa de crecimiento del consumo energético per cápita para diferentes países.....	18
Ilustración 3: Generación eléctrica bruta nacional en GWh.....	19
Ilustración 4: Consumo Energía v/s Crecimiento PIB	20
Ilustración 5: Curvas PIB- Crecimiento de energía Chile	21
Ilustración 6: Ahorro energético anual MMUSD	22
Ilustración 7: Proyección demanda energética	24
Ilustración 8: Pilares energía 2050	26
Ilustración 9: Ciclo de mejoramiento continuo	27
Ilustración 10: Principales barreras al momento de desarrollar proyectos de eficiencia energética.	32
Ilustración 11: Relevancia de las motivaciones sector agroindustrial.....	36
Ilustración 12: Matriz de fomento	38
Ilustración 13: Matriz de esfuerzo	40
Ilustración 14: estructuras, procesos y personas, gestión del cambio	43
Ilustración 15: Fases del cambio	44
Ilustración 16: Proceso tipo de elaboración de fruta fresca.....	47
Ilustración 17: Guía de temperaturas y humedades recomendadas para el almacenamiento de algunas frutas.....	52
Ilustración 18: Fuentes de calor que afectan al sistema de refrigeración	53
Ilustración 19: Ciclo de refrigeración.....	54
Ilustración 20: COP refrigerantes	56
Ilustración 21: efecto neto refrigerante.....	57
Ilustración 22: Sello de eficiencia energética Bronze	61
Ilustración 23: Logo APL.....	61
Ilustración 24: Ejemplo ítem I, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.	71
Ilustración 25: Ejemplo ítem II, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	71
Ilustración 26: Ejemplo ítem III, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	72
Ilustración 27: Ejemplo ítem IV, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	72
Ilustración 28: Ejemplo ítem V, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	73
Ilustración 29: Ejemplo ítem VI, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	73
Ilustración 30: Ejemplo ítem VII, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	74
Ilustración 31: Ejemplo ítem VIII, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	74
Ilustración 32: Ejemplo ítem IX, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	75
Ilustración 33: Ejemplo ítem X, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.....	76
Ilustración 34: periodos de implementación SGE, ISO 50.001.....	82

Ilustración 35: Organigrama propuesto para estimar costos de implementar SGE..... 83

1. Introducción

La energía es clave para el desarrollo de un país. Su gestión, distribución y control permiten a los países crecer y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. La industria, para gestionar de mejor manera la energía, se ha visto en la necesidad de implementar herramientas para la optimización de esta misma.

Una de las principales herramientas que se están usando es la aplicación de eficiencia energética, la cual se puede definir como¹:

“Reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso”

Básicamente es que se pueda obtener la misma producción, pero con menos cantidad de energía. Este proceso es de vital importancia, pues ha generado toda una industria dedicada a reducir costos operacionales y generar ventajas competitivas, sin mencionar que esta tecnología, al usar menos recursos energéticos en la producción, impacta en la directa reducción de gases de efecto invernadero.

La reducción de costos de producción y el interés colectivo en la reducción de gases de efecto invernadero está potenciando proyectos de eficiencia energética. La tendencia actual es de optimizar recursos, no solo en Chile, sino en todo el mundo. Sin embargo, en Chile hemos tenido un avance lento en materia energética. Existen ciertas barreras que están frenando el desarrollo de esta tecnología y es de carácter prioritario eliminarlas y despejar el camino hacia el desarrollo en el uso adecuado de la energía.

Más específicamente, en el sector de la agroindustria, se presenta una gran oportunidad para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, pues cada vez se está teniendo mayor conciencia de los beneficios económicos y sociales que esta involucra. Sin embargo, no es fácil aplicar esta tecnología, pues se enfrenta a problemas de desinformación en el sector.

Este trabajo tiene como objetivo entregar mecanismos a desarrollar que fomenten el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, en forma complementaria se pretende analizar un proyecto de eficiencia energética y medir su potencial de ahorro, con el objetivo de mostrar la utilidad para la empresa.

Cabe mencionar que esta memoria se basa en un trabajo de investigación del centro de energía de la Universidad de Chile, a cargo de la investigadora Paz Araya, quien está en proceso de creación de una herramienta para la estimación, reporte y actualización de potenciales de eficiencia energética para el sector productivo, con el fin de incentivar el mercado de la eficiencia energética. Bajo este proyecto es que es posible el surgimiento de esta memoria ya que aportará con los análisis descriptivos y estadísticos necesarios para determinar los mejores mecanismos de fomento.

¹ Página de la Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética, ANESCO Chile, 2018
<http://www.anescochile.cl/que-es-eficiencia-energetica/>

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar barreras, motivaciones y mecanismos para fomentar el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en la agroindustria.

1.1.2 Objetivos específicos

- Presentar el contexto de la eficiencia energética en Chile
- Realizar un análisis empírico de las barreras que enfrenta la agroindustria al momento de desarrollar proyectos de eficiencia energética.
- Realizar un análisis empírico de los tipos de motivaciones que enfrenta la agroindustria para desarrollar proyectos de eficiencia energética.
- Analizar mecanismos de fomento a la eficiencia energética generando rankings que establezcan posiciones, basados en el impacto que generan y el esfuerzo que conlleva llevarlos a cabo.
- Evaluar el potencial de ahorro en un caso aplicado, en una empresa tipo del sector agroindustrial, mostrando el beneficio de realizar eficiencia energética.

1.2 Descripción y origen de los datos

La fuente de información para esta memoria fue proporcionada por el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y consiste en datos de la primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas (realizada por el Centro de Energía de la Universidad de Chile y el Ministerio de Energía de Chile, 2018). Esta encuesta se realizó a distintas empresas de la industria nacional, segmentándola por rubro, tamaño y ubicación geográfica, por lo que se dispone de una base de datos a nivel nacional que entrega información heterogénea del mercado.

En esta encuesta se encuentran preguntas enfocadas a descubrir información respecto de la empresa, quien la responde y el nivel de desarrollo en eficiencia energética que tiene esta. Se puede dividir en los siguientes ítems:

1. Datos de la empresa: Datos generales de la empresa, rubro, ubicación, tamaño, etc.
2. Datos del encuestado: Información de quien está representando a la empresa al momento de contestar la encuesta.
3. Preguntas generales de eficiencia energética: Enfocado a reconocer el nivel de conocimiento de eficiencia energética que tiene la empresa.
4. Eficiencia energética en su empresa: Engloba preguntas relacionadas con los tipos de gerencia encargados de hacer proyectos, si la empresa cuenta con un sistema de gestión energética.
5. Acciones de eficiencia energética en su empresa: Tipo de eficiencia energética desarrollado por la empresa. Se describen varias opciones como campañas energéticas, capacitaciones, etc.
6. Agentes con los que ha llevado a cabo acciones de Eficiencia Energética en su empresa: Persona encargada de completar los proyectos energéticos dentro de la empresa.
7. Proyectos de Eficiencia Energética implementados en su empresa: Tipo de proyectos en específico, haciendo diferencia entre proyectos de mantenimiento y proyectos de recambio.
8. Relevancia Acciones de Eficiencia Energética: En este ítem se muestra una lista de motivaciones que se tiene al momento de desarrollar un proyecto de eficiencia energética y se pretende obtener el nivel de importancia que las empresas le otorgan, mediante una escala de Likert.
9. Identificación de barreras a proyectos de Eficiencia Energética: Se pretende identificar las principales barreras que presentan las empresas en el momento previo al desarrollo de un proyecto.
10. Energéticos: Este ítem pregunta acerca de los tipos de combustibles y fuentes energéticas que usan.

Ver en anexo 1, ejemplo de ítems.

1.3 Marco teórico

Existe gran cantidad de artículos relacionados con la eficiencia energética. Todos concuerdan en el beneficio que representa en términos de reducir costos económicos, disminuir la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero. Existe información segmentada por sectores y regiones con sus respectivos potenciales económicos ya calculados como el trabajo de Annika Schüttler, *et al.* (2016), quienes desarrollan en su trabajo “Escenario Energético del sector agroalimentario” una mirada completa a la agroindustria en cuanto se refiere a la eficiencia energética y los potenciales alcanzables, con el objetivo de fomentar la eficiencia energética y disminuir la emisión de CO₂².

Es interesante destacar este trabajo, pues sistemáticamente incluyen medidas a tomar para cada sección de la agroindustria y calcular potenciales de ahorro energético, demostrando que el beneficio generado en proyectos anteriores, es posible volverlo a generar en empresas de similares características, estandarizando los proyectos energéticos.

En lo que respecta a estudios estadísticos con encuestas como fuente de datos, el estudio de Tobias Fleiter, *et al.* (Adopción de medidas de eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas – Un análisis empírico basado en información de auditorías energéticas en Alemania, 2012) contempla un análisis econométrico que pretende identificar factores que afectan en el porcentaje de variación de adopción de medidas de eficiencia energética.

Para esto diseñan un modelo logit (ver ecuación 1), donde X_i representa los factores o variables independientes, Y_i el porcentaje de adopción de medidas de eficiencia energética, b_i el estimador y ε_i el error asociado al modelo estadístico.

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = y_i = \sum_{i=0}^n b_i * x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Si bien este estudio no arroja diferencias con estudios previos en cuanto a resaltar alguna barrera en particular, plantea un precedente en cuanto a análisis econométricos en la eficiencia energética.

² Los pasos se extrajeron del documento Smart energy concepts chile, 2016, [en línea] Escenario energético del sector agroalimentario http://www.agrificiente.cl/wp-content/uploads/2016/10/160928_Informe-EE-agroalimentario_SMART-ENERGY-CONCEPTS-CHILE_kk.pdf [consulta: 26 de agosto 2018].

1.4 Metodología

La metodología que se usa en el presente trabajo se divide en tres secciones:

1. Regresión logística binaria:

La regresión logística es un grupo de técnicas estadísticas que tienen como objetivo comprobar hipótesis o relaciones causales cuando la variable dependiente es nominal (por lo general dicotómica).

El modelo de regresión logística binaria es un tipo de análisis utilizado para predecir el resultado de una variable que puede adoptar un número limitado de categorías en función de las variables independientes o predictores. Con este se modela la probabilidad de un evento ocurriendo como función de otros factores.

Para determinar si el modelo de regresión es bueno, se utiliza como indicador el “porcentaje global correctamente clasificado”. Este porcentaje indica el número de casos que el modelo es capaz de predecir correctamente. En base a la ecuación de regresión y los datos observados, se realiza una predicción del valor de la variable dependiente (valor pronosticado). Esta predicción se compara con el valor observado. Si acierta, el caso es correctamente clasificado. Si no acierta, el caso no es correctamente clasificado. Cuantos más casos, clasifica correctamente, (es decir, coincide el valor pronosticado con el valor observado) mejor es el modelo, por tanto, las variables independientes son buenas predictoras del evento o variable dependiente. Si el modelo clasifica correctamente más del 50% de los casos, el modelo se acepta. Si no, se debe volver a empezar, y seleccionar nuevas variables independientes.

En relación al análisis de los estimadores no es diferente a una regresión simple, si la significación de b es menor de 0,05 o 0,1 (depende de cuanto se tome como nivel de significancia) esa variable independiente explica parte de la variación de la variable dependiente y será significativa.

Regresión logística binaria, análisis de barreras:

Se realizará un análisis estadístico con el fin de determinar el nivel de influencia que tienen las barreras sobre el desarrollo de proyectos de eficiencia energética. Para esto se utilizará un modelo de regresión logística binaria, donde se usará como variable dependiente la variación de adopción de medidas de eficiencia energética.

En cuanto a las variables independientes se usarán barreras que interfieran con el desarrollo de proyectos de eficiencia energética del sector.

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = y_i = \sum_{i=0}^n B_i * X_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Donde:

Y_i = Porcentaje de variación de adopción de medidas de eficiencia energética.

X_i = Barreras que interfieren con la eficiencia energética.

Regresión logística binaria, análisis de motivaciones para realizar eficiencia energética:

Para el análisis de las motivaciones de eficiencia energética, se realizará un modelo de logística binaria donde X_i representa a las motivaciones e Y_i el porcentaje de adopción de medidas de eficiencia energética, B_i el estimador y ε_i el error asociado al modelo.

Con esto se pretende obtener como resultado, cuál de las motivaciones a estudiar tiene mayor efecto positivo sobre el desarrollo de proyectos de eficiencia energética.

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = y_i = \sum_{i=0}^n B_i * X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

Donde:

Y_i = Porcentaje de variación de adopción de medidas de eficiencia energética.

X_i = Motivaciones para el desarrollo de eficiencia energética

Supuestos teóricos (endogeneidad)

Endogeneidad viene dada cuando las covarianzas entre las variables independientes y el residuo son distintas de cero, dando a entender que existe una relación entre ellas. Sin embargo, para estimar si existe endogeneidad en un modelo de regresión no es suficiente con obtener covarianza igual a cero, ya que al utilizar máxima verosimilitud para estimar los estimadores, se tiene como base que las variables y el residuo son independientes. Por lo tanto, para solucionar el problema de endogeneidad se debe establecer conceptualmente en el estudio bases que la impidan.

La forma más simple de evitar esto, es estableciendo que las acciones son siempre primero que los proyectos. De esta forma se evita que exista la posibilidad que los proyectos sean los causantes de las acciones.

2. Matriz de riesgo:

Una matriz de riesgos es una sencilla pero eficaz herramienta para identificar los riesgos más significativos inherentes a las actividades de una empresa, tanto de procesos como de fabricación de productos o puesta en marcha de servicios, por lo tanto, es un instrumento válido para mejorar el control de riesgos y la seguridad de una organización.

A través de este instrumento se puede realizar un diagnóstico objetivo y global de empresas de diferentes tamaños y sectores de actividad. Asimismo, mediante la matriz de riesgo es posible evaluar la efectividad de la gestión de los riesgos, tanto financieros como operativos y estratégicos, que están impactando en la misión de una determinada organización.

La matriz de riesgos debe ser una herramienta flexible que documente los procesos y evalúe de manera integral el riesgo de una institución. Los pasos que seguir para su creación son:

1. Identificación de riesgos: el primer paso consiste en la identificación de las actividades principales de una organización y de los riesgos inherentes a estas. De

una manera general, se puede entender como riesgos la posibilidad de que, a una empresa le sea imposible cumplir con alguno de sus objetivos. Una vez establecidas todas las actividades, ya es posible prever los posibles riesgos y los motivos o factores que intervienen en su manifestación y grado, distinguiéndose en riesgos intrínsecos, que serían aquellos que provienen directamente de la propia empresa, y extrínsecos, factores de incertidumbre provocados por eventos externos o macroeconómicos que pueden tener un impacto sobre la actividad de la empresa.

2. Determinar la probabilidad: se debe determinar la probabilidad de que efectivamente el riesgo ocurra, así como un cálculo de los efectos potenciales del mismo. Se trata, por lo tanto, de una valoración del riesgo, lo cual implica un análisis conjunto e interrelacionado de la probabilidad de ocurrencia y del efecto en los resultados globales de la empresa. Los riesgos se pueden valorar en términos cualitativos o cuantitativos, utilizando normalmente valores numéricos y estadísticos, lo que ayuda a tener una base sólida para que la dirección o responsables de la empresa o negocio puedan tomar las decisiones pertinentes.

La verdadera utilidad de la matriz de riesgos radica en que ofrezca la posibilidad de tener una idea general de los riesgos de una empresa. Por este motivo, la representación de la matriz debe ser en forma de tablas no demasiado complejas donde aparezcan los riesgos, probabilidad de ocurrencia, gravedad de estos y, si se desea, acciones para solucionarlos y mitigarlos. Existen aplicaciones informáticas específicas para facilitar su elaboración. En conclusión, una matriz de riesgo constituye una herramienta de control y de gestión muy interesante para identificar actividades empresariales, asociándolas a riesgos diferenciados por tipo y nivel, y a los factores exógenos y endógenos relacionados con estos riesgos. Todo ello permite la organización de un Sistema Integral de Gestión de Riesgo.

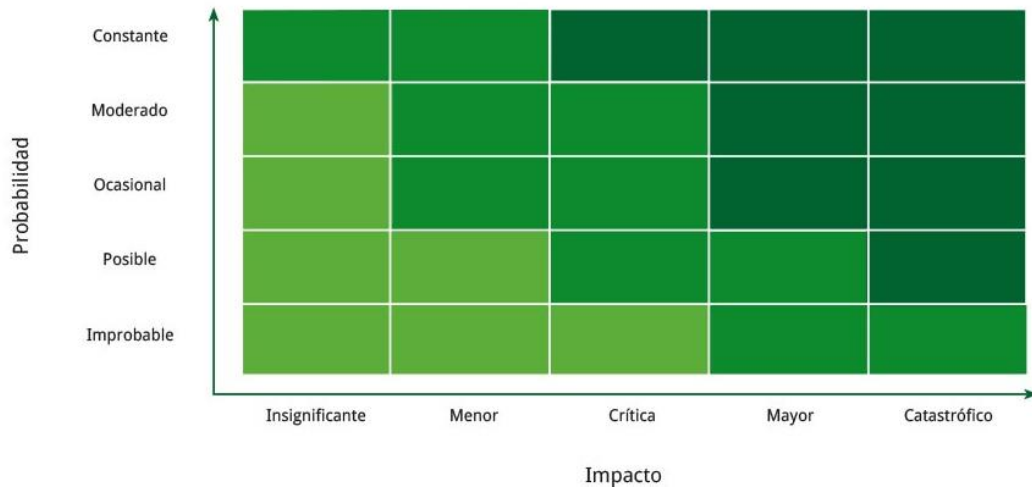
En esta memoria se ocupa la matriz, pero en vez de identificar riesgos, se identifican mecanismos que fomenten la eficiencia energética.

Se analizan distintos mecanismos de fomento para el desarrollo de eficiencia energética, tales como: “campañas de eficiencia energética”, “política energética”, “realización de auditorías”, etc. Entregando de esta forma una valoración a cada mecanismo. Es importante destacar que en vez de analizar riesgos se analizan mecanismos de fomento a la eficiencia energética.

El impacto de cada mecanismo se medirá en función de los proyectos que se llevan a cabo, definiendo como alto impacto proyectos de recambio energético y bajo impacto proyectos de mantenimiento.

Con los resultados de la valoración de las acciones dado por la matriz de riesgo se pretende realizar un ranking de ellas, para visualizar de mayor a menor, el mecanismo que más probabilidades tiene de completar un proyecto de eficiencia energética.

Ilustración 1: Matriz de riesgo



Fuente: Sigweb. Matriz de Riesgo, Evaluación y Gestión de Riesgos

3. Caso aplicado de una empresa de la agroindustria:

Se estiman ahorros energéticos, dados por los proyectos que se pueden realizar según la necesidad de una empresa tipo del sector agroindustrial. Los ahorros se estiman en base a datos históricos de proyectos similares.

luego se selecciona un proyecto en particular, el que más posibilidades de ahorro presente y se analiza a más profundidad como llevarlo a cabo. Se realiza un análisis de potencial de ahorro, un plan financiero y una estrategia de difusión y valor de marca.

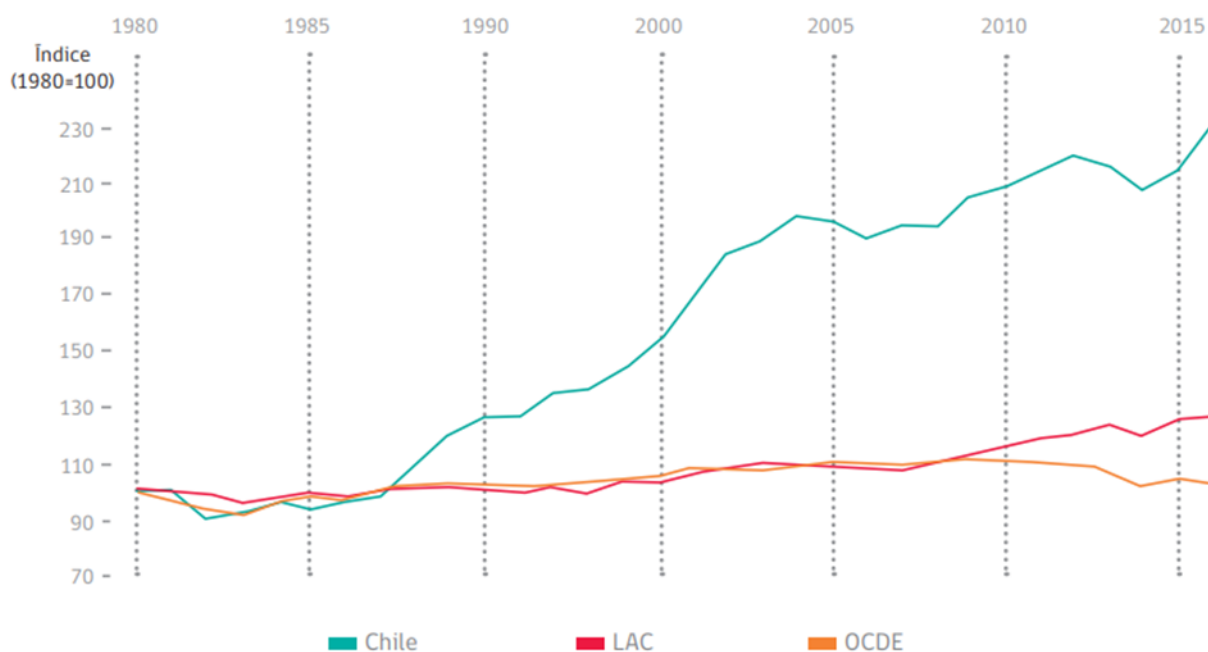
2. Contexto de la Eficiencia energética en Chile

2.1 Problema energético presente en Chile

2.1.1 Crecimiento del consumo energético y uso de combustibles fósiles.

Chile al ser un país en vías de desarrollo ha generado como consecuencia un consumo de energía descontrolado, teniendo que hacer un esfuerzo energético cada vez mayor para abastecer la demanda que existe en el país. Como se puede apreciar en la ilustración 2, la tasa de crecimiento del consumo energético per cápita, ha tenido un nivel superior si se compara con otras regiones. Para el caso de Latinoamérica y el Caribe (LAC, en color rojo), se puede ver que han mantenido su tasa de crecimiento. Lo mismo ocurre con los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, color naranja). Esto muestra que Chile tiene un aumento del consumo energético por sobre otros países.

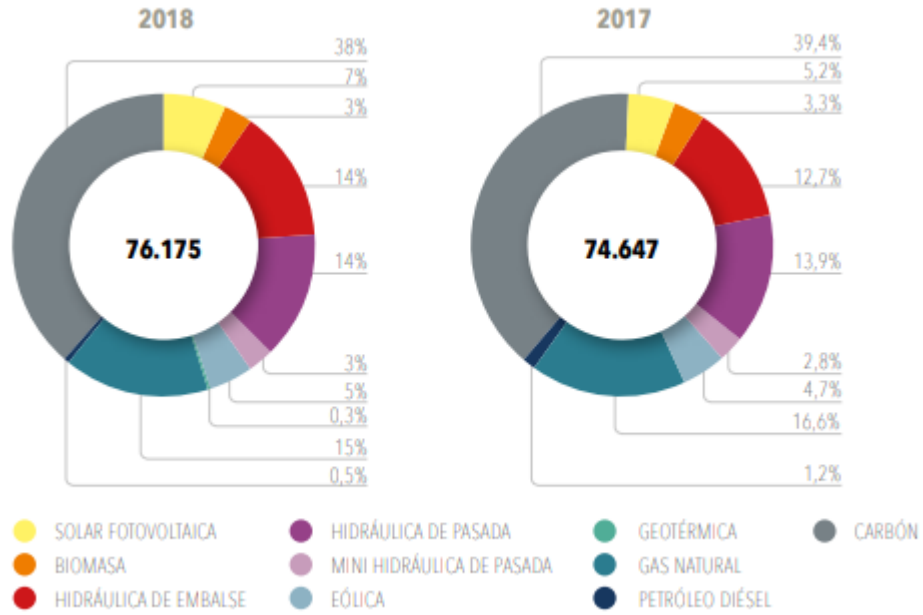
Ilustración 2: Tasa de crecimiento del consumo energético per cápita para diferentes países



Fuente: Banco mundial

La creciente necesidad de energía, en si no es un problema, la dificultad está en generar una estructura que pueda sostener la demanda de energía. Otro problema que viene relacionado con el aumento de la demanda energética, es que la matriz primaria y secundaria de energía se abastece principalmente de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) ver ilustración 3.

Ilustración 3: Generación eléctrica bruta nacional en GWh



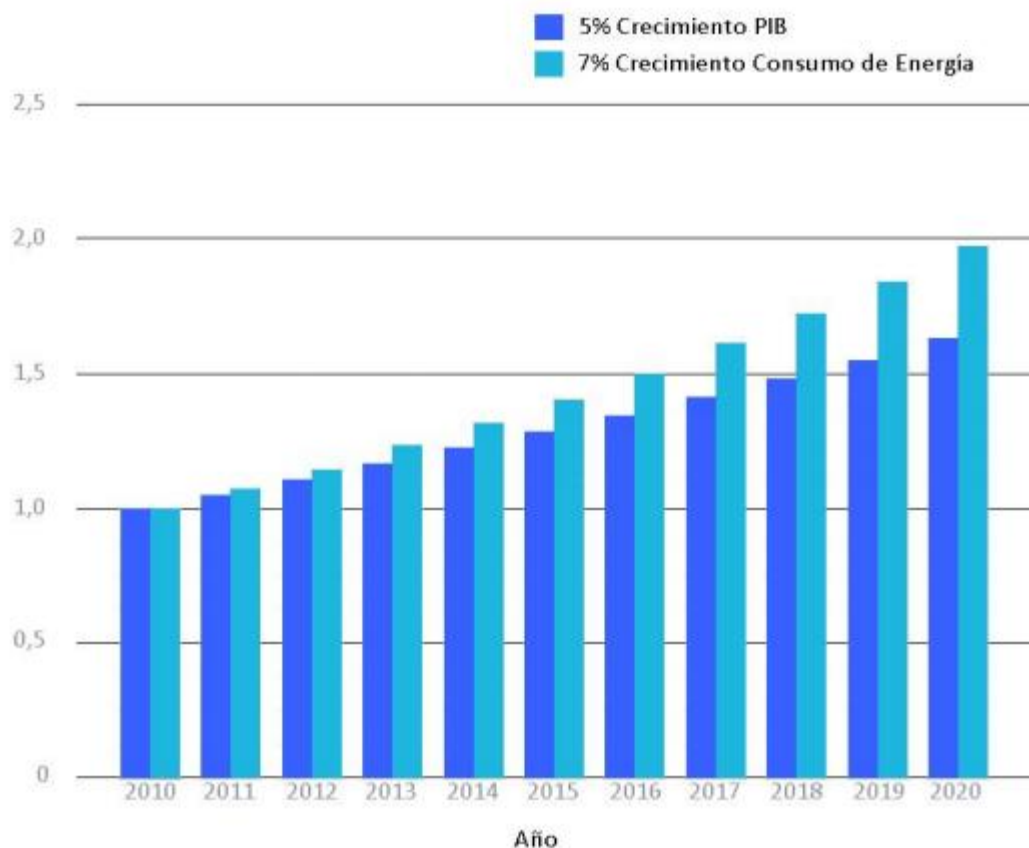
Fuente: Comisión nacional de energía 2018.

Para que un país pueda superar el subdesarrollo, debe solucionar sus problemas energéticos, pues la energía es la base del crecimiento en un país semi industrializado, como lo es Chile.

Desde hace varias décadas, Chile viene presentando una curva similar entre los crecimientos de los índices del PIB y el índice de consumo de energía. Esto muestra que a medida que se produce, existe un aumento similar en el consumo energético, llegando a tener una estrecha brecha entre ellos. Este comportamiento no es saludable para la economía de un país, pues implica un crecimiento a un alto consumo de materiales energéticos (ver ilustración 4).

Tener una producción con un alto consumo energético genera una desventaja competitiva, dejando los productos de Chile fuera del mercado por sus precios elevados. Es posible que esto no se haya manifestado con anterioridad, pues es cubierto por otras cualidades de los productos, como su diferenciación en el mercado, pero a la larga esto implicará una pérdida en la guerra comercial en la que se participa, por lo que mientras más rápido se eviten las desventajas más ganancia se tendrá.

Ilustración 4: Consumo Energía v/s Crecimiento PIB



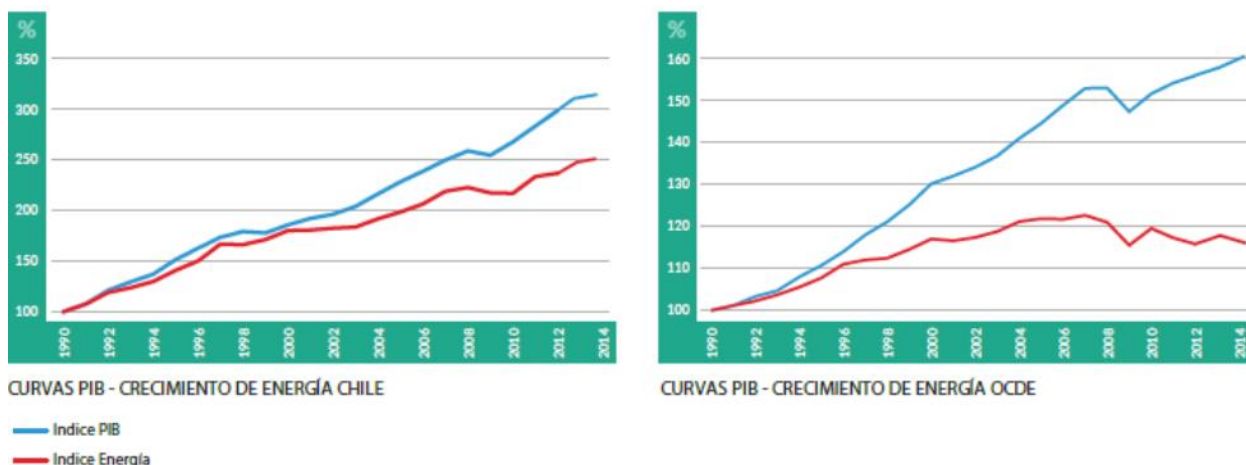
Fuente: Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética, ANESCO Chile, modelo ESCO.

Lo ideal es poder mantener la producción con menor consumo energético, que es adonde apuntan los proyectos de eficiencia energética.

Para la industria, la tecnología de ahorro energético no es nueva. Ya ha sido implementada en otros países con resultados positivos. Esto se ve reflejado en la disminución que tiene el consumo de energía sin afectar la producción. En el gráfico del lado derecho de la ilustración 5. Se puede ver la correlación “PIB-Crecimiento de la energía OCDE”; donde las curvas de los índices están desacopladas, mostrando que se puede generar una economía en que la producción no implique un consumo similar de energía.

El desacoplamiento de estas curvas es posible mediante un ahorro eficiente de energía. Algo que falta en Chile, pues al lado izquierdo de la ilustración 6 se puede ver cómo tiene una correlación entre el PIB y el crecimiento similares.

Ilustración 5: Curvas PIB- Crecimiento de energía Chile



Fuente: Balance de Energía y EIA

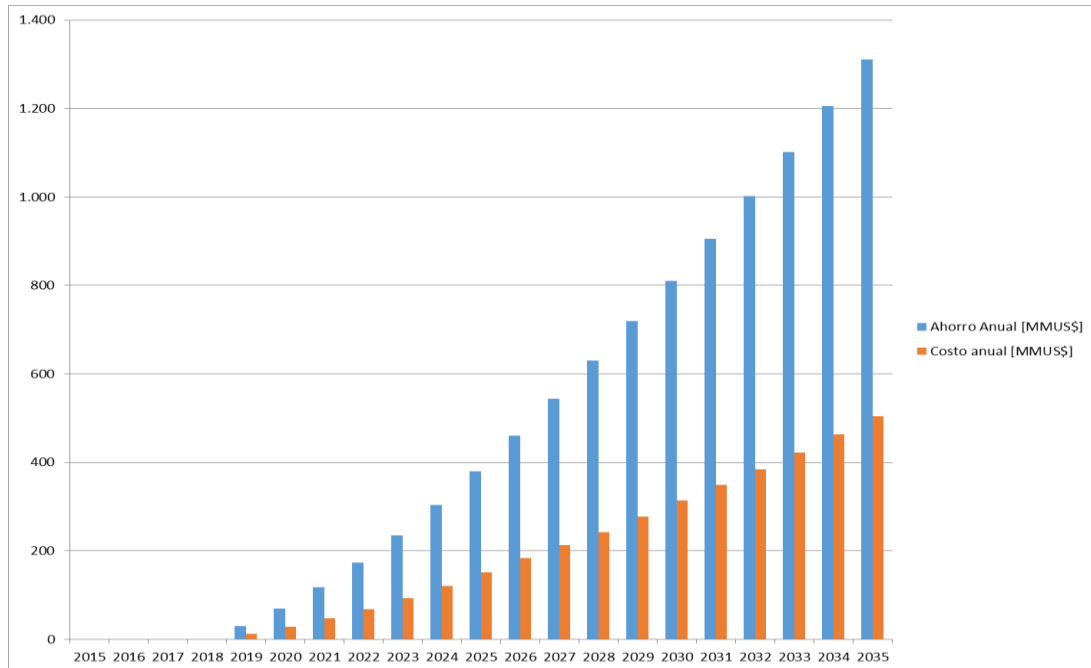
Mejorar la correlación producción-consumo energético es un importante objetivo, sin embargo, este no es el único, ya que con eficiencia energética no solo se reducirá el gasto energético, sino que también aportará a la reducción de gases de invernadero, manteniendo al mínimo su generación. Esto será un beneficio para la salud y calidad de vida.

2.2 Oportunidad energética en Chile

2.2.1 Ahorro energético

El costo de los energéticos ha hecho atractivo el desarrollo de proyectos de eficiencia energética. Según datos del Ministerio de Energía se estima que para el 2035 el ahorro anual supere en más del doble al costo anual. (ver ilustración 6), lo cual presenta un excelente escenario de inversión, pues anualmente entrega el doble de lo invertido, en forma de ahorro. Es dinero que no se gasta en energía y que podrá ser reinvertido en otras áreas de la industria.

Ilustración 6: Ahorro energético anual MMUSD



Fuente: Herramienta para la estimación, reporte y actualización de potenciales de eficiencia energética para el sector productivo, 2017, Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

2.2.2 Potencial energético sector industrial

Estudiando a mayor profundidad el potencial económico de la eficiencia energética, puede encontrarse a través de indicadores económicos, para un horizonte de 10 años, el VAN del sector productivo sobrepasa los USD 614 millones, lo cual muestra un excelente escenario para invertir en este campo. (ver tabla 1)

Tabla 1: Indicadores económicos

Indicador	Valor	Horizonte de Evaluación
Van Impacto en el sector productivo (TDM%)	614.323 (MM\$)	10 años
MONTO SOLICITADO A INNOVACHILE/VAN DE IMPACTO DEL SECTOR PRODUCTIVO	0,003%	

Fuente: Herramienta para la estimación, reporte y actualización de potenciales de eficiencia energética para el sector productivo, 2017, Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. TDM: Tasa social de Descuento utilizada por Ministerio de Desarrollo Social 6%

Incluso se puede apreciar que, en distintos escenarios, existe un VAN superior a las USD 500 millones. (ver tabla 2).

Tabla 2: Análisis de sensibilidad indicadores económicos

Variable (unidad)	Escenarios de análisis						Fundamentación y fuentes
	Pesimista		Conservador		Optimista		
	Valor	VAN	Valor	VAN	Valor	VAN	
Aumento valor de mercado de EE (MMUSD)	2,6	MM \$ 591.804	13,37	MM\$ 614.323	37,6	MM \$ 664.991	Valores de escenarios pesimista y optimista del estudio Sustentank (2014)
Ahorros de energía (MMUSD)	221,6	MM \$ 420.554	277	MM \$ 614.323	332,4	MM \$ 808.092	Supuesto de variación estimada a datos del Ministerio de Energía (2016) y ClimateWorks Australia (2013)
Costo por medidas (USD/MWh)	30	MM \$ 537.814	25	MM\$ 614.323	20	MM \$ 690.832	Supuesto de variación estimada a datos del Ministerio de Energía (2016)

Fuente: Herramienta para la estimación, reporte y actualización de potenciales de eficiencia energética para el sector productivo, 2017, Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. TDM: Tasa social de Descuento utilizada por Ministerio de Desarrollo Social 6%

De los datos se puede concluir que existe una oportunidad de beneficio en la generación de proyectos de eficiencia energética, pues se ha obtenido VAN positivos en cada escenario propuesto. Cabe notar que estos se realizaron con el ahorro potencial del sector productivo, es decir, se extendió el ahorro versus el costo de implementar proyectos en un horizonte de 10 años a una tasa social de descuento del 6%.

2.2.3 Potencial energético sector agroindustrial

En el sector agroindustrial el potencial de ahorro es de 16%, lo cual es alentador, sin embargo, este potencial de ahorro se alcanza solo si se realizan todas las medidas de eficiencia energética. Para el caso en que solo se hiciesen medidas de forma aislada, se espera un ahorro potencial de 5%.³

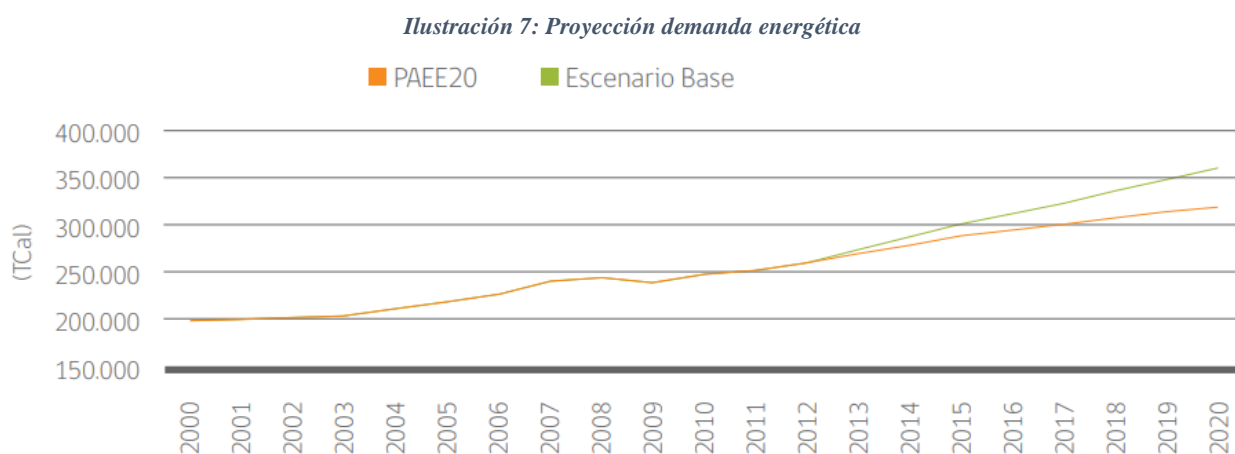
³Smart energy concepts chile, 2016, [en línea] Escenario energético del sector agroalimentario http://www.agrificiente.cl/wp-content/uploads/2016/10/160928_Informe-EE-agroalimentario_SMART-ENERGY-CONCEPTS-CHILE_kk.pdf [consulta: 26 de agosto 2018].

2.3 Estrategias y planes realizadas por el Estado de Chile, en virtud del fomento energético

Al ver lo que ha realizado el Estado en cuanto a eficiencia energética, se pueden presentar los planes desarrollados hasta el momento, que tienen como objetivo facilitar un ambiente más proclive al desarrollo de optimización energética y conciencia de ahorro.

2.3.1 Plan de acción de eficiencia energética 2020

Este plan se inicia con el propósito de establecer los pilares de la política energética nacional para los próximos años. Su principal meta es poder reducir en un 12% la demanda energética proyectada para el año 2020. (Ver ilustración 7).



Fuente: Ministerio de energía

El plan de acción se dividió en sectores con distintas metas de ahorro y acciones planteadas para cada una de ellas. El propósito es ahorrar 43.000 Tcal (12% demanda energética estimada) ver tabla 3.

Tabla 3: Ahorro energético por sectores año 2020

Sector	Ahorros en 2020 (Tcal)	Ahorros en 2020 (%)
Industria y Minería	16.900	39
Transporte	5.000	12
Edificación	8.500	20
Artefactos	3.500	8
Leña	8.000	19
Otros	1.100	2
Total	43.000	100

Fuente: Ministerio de energía

2.3.2 Agenda energética

Se le encomendó al Ministerio de Energía crear una hoja ruta para generar y ejecutar una política energética de largo plazo que tenga validación social, política y técnica.

En esta agenda se diseñaron los siguientes objetivos⁴:

1. Reducir los costos marginales de electricidad en un 30% en el Sistema Interconectado Central (SIC), de manera que el costo marginal promedio de US\$151,36 MWh sea inferior a US\$105,96 MWh en el año 2017.
2. Reducir en un 25% los precios de las licitaciones de suministro eléctrico de la próxima década para hogares, comercios y pequeñas empresas respecto a los precios ofertados en la última licitación (que fueron de US\$128,2 MWh).
3. Levantar las barreras existentes para las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) del país.
4. Fomentar el uso eficiente de la energía como un recurso energético, estableciendo una meta de ahorro de 20% al año 2025, considerando el crecimiento esperado en el consumo de energía del país.
5. Diseñar un sistema de estabilización de precios a los combustibles que reduzca de manera efectiva la volatilidad de los precios combustibles a la que están expuestos los hogares.
6. Transformar a ENAP en una empresa robusta de forma tal que sea un actor sólido y con protagonismo en los desafíos energéticos del país.
7. Desarrollar al año 2015 una Política Energética, de largo plazo, validada por la sociedad chilena, mediante un proceso participativo y regional.

2.3.3. Energía 2050

En el marco de la agenda energética para desarrollar una política energética, surge el programa energía 2050, el cual consta de cuatro pilares como visión del proyecto.⁵

1. *Seguridad y calidad del suministro*: El país cuenta con un sistema energético robusto y resiliente, que gestiona los riesgos, permitiéndole enfrentar y anticipar los efectos de crisis energéticas. Además, aprovecha las posibilidades de uso energéticos regionales e internacionales.
2. *Energía como motor de desarrollo*: El sector energético contribuye a mejorar la calidad de vida de la población mediante un acceso equitativo a los servicios energéticos, generando oportunidades de desarrollo.

⁴ Agenda energética Ministerio de energía http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/Documentos/AgendaEnergia.pdf

⁵ Energía 2050, Ministerio de energía http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/LIBRO-ENERGIA-2050-WEB.pdf pag 44.

3. Energía compatible con el medio ambiente: La infraestructura energética genera bajos impactos ambientales.
4. Eficiencia y Educación Energética: La sociedad chilena, la industria y los servicios, tanto públicos como privados, mantienen y difunden hábitos y una cultura energética responsable.

Ilustración 8: Pilares energía 2050



Fuente: Energía 2050, política energética de Chile

Con estos cuatro pilares se pretende obtener en 2050 un uso consciente de la energía, que sea de forma renovable, respetuoso de la naturaleza, dispuesto a la innovación y que impulse a la sociedad a tener hábitos y cultura energética saludable.

Como se puede apreciar, existe un respaldo por parte del Estado para fomentar la eficiencia energética. Sin embargo, a pesar del esfuerzo que se está haciendo no existe gran adopción por parte de las empresas, por lo que se debe seguir trabajando en desarrollar nuevas formas para incrementar la utilización de esta tecnología. (ver anexo 2)

2.4 Estándares de eficiencia energética (ISO 50.001)

Con el propósito de ver cuáles son los estándares esperados por una empresa en el uso de eficiencia energética, es que se analizará un sistema de gestión energética. Se eligió ISO 50.001, pues actualmente es uno de los sistemas más usados y exigentes a nivel empresarial, implicando un cambio cultural y organizacional dentro de la empresa.

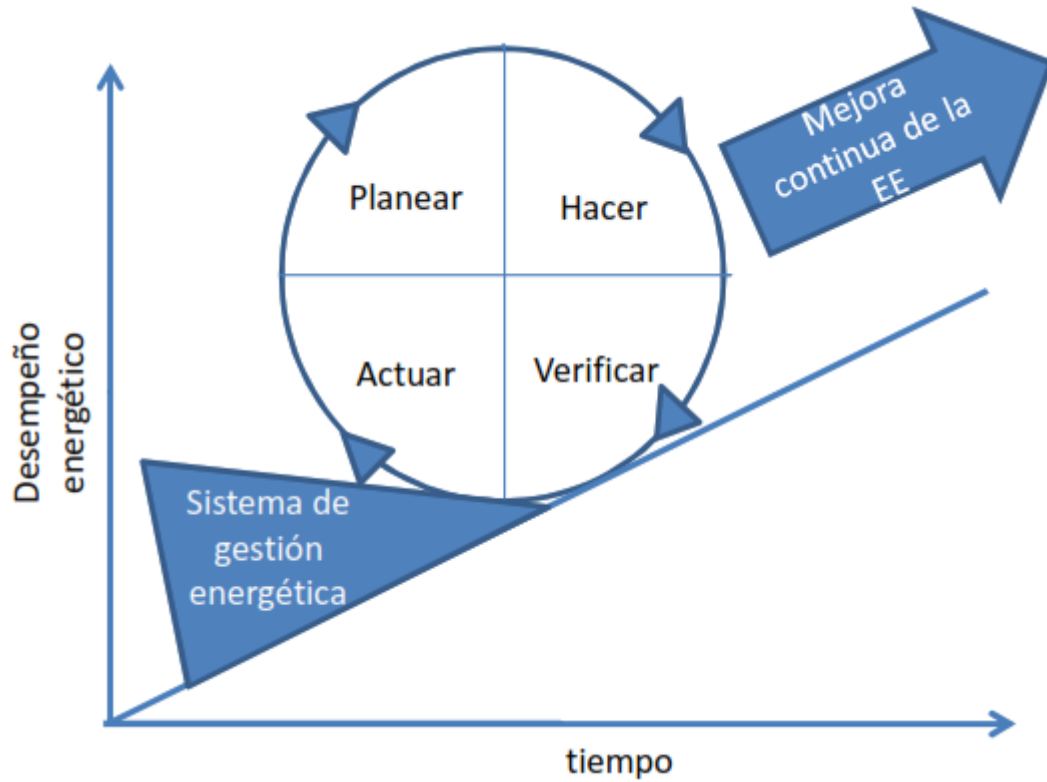
En junio de 2011, la Organización Internacional de estandarización (ISO, en inglés) lanzó de manera oficial el estándar sobre Sistemas de Gestión de la Energía, ISO 50.001

La propuesta de ISO busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesarios para la mejora del desempeño energético incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía.

Al igual que otros estándares ISO, la norma de Sistema de gestión de la Energía se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo⁶ (ver ilustración 9).

⁶ Gestión de la energía e ISO 50001 Michel de Laire Peirano, www.acee.cl

Ilustración 9: Ciclo de mejoramiento continuo



Fuente: Gestión de la energía e ISO 50001 Michel de Laire Peirano

Según la Guía de Implementación ISO 50001” elaborada por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), los requerimientos para aplicar ISO 50.001 se separan en análisis inicial, compromisos de alta gerencia, requerimientos medulares y requerimientos estructurales.

ISO 50.001 es altamente recomendable para empresas que ya cuenten con sistemas de gestión certificados (ISO 9001, ISO14001, HACCP, etc.) y además cuenten con programas y/o iniciativas en eficiencia energética.

3. Barreras, motivaciones y acciones energéticas en la agroindustria

3.1 Análisis empírico de barreras de la eficiencia energética

3.1.1 Barreras que afectan el desarrollo de proyectos de eficiencia energética sector industrial.

Las barreras utilizadas en el análisis se extrajeron de estudios previos, la mayoría de ellos basados en datos de auditorías. En la tabla 4 se puede ver una lista de veinte barreras, las cuales existen en las empresas que desarrollan eficiencia energética. A su vez estas veinte se dividen en cuatro grandes categorías.

1. Financiera: Consiste en las barreras que nacen por la información imperfecta, asimétrica por costos ocultos que no se consideraron, dando lugar a proyectos que no son costo-eficientes. La falta de capital para invertir se incluye en esta categoría.
2. Riesgo técnico: Se tienen estas barreras cuando no se ha creado una estructura organizacional alineada con el desarrollo de eficiencia energética.
3. Conductual: Se presentan estas barreras cuando existe incapacidad de procesar información por parte de la empresa, Esto puede deberse por la falta de credibilidad de la información, o por alguna resistencia de la empresa a nuevos cambios.
4. Otros: Incluye barreras no mencionadas en la lista.

Tabla 4: barreras que presentan las empresas que realizan eficiencia energética

N°	Barrera	Tipo
1	Alto período de recuperación de la inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	Financiera
2	Falta de fuentes financiamiento de las medidas de Eficiencia Energética	Financiera
3	Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables	Financiera
4	Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	Financiera
5	Riesgo de falla de producción al implementar medidas de Eficiencia Energética	Riesgo técnico
6	Riesgo de pérdidas de calidad del producto al implementar medidas de Eficiencia Energética	Riesgo técnico
7	Personal no capacitado en Eficiencia Energética al interior de la planta	Riesgo técnico
8	Desconfianza en empresas que implementan medidas de Eficiencia Energética	Riesgo técnico
9	Cancelación de proyectos debido a un cambio en la operación	Conductual
10	Incertidumbre del precio de la energía	Conductual
11	Otras inversiones tienen mayor prioridad	Conductual
12	Consenso interno no encontrado	Conductual
13	Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara	Riesgo técnico
14	La implementación de medidas de Eficiencia Energética requiere demasiado tiempo	Riesgo técnico
15	Insuficiente conocimiento para la implementación de medidas de Eficiencia Energética	Riesgo técnico
16	Recomendación de medidas de Eficiencia Energética son técnicamente inviables	Riesgo técnico
17	Credibilidad de niveles de ahorro esperados por la recomendación	Riesgo técnico
18	Desconocimiento de proveedores o consultores que implementen medidas	Riesgo técnico
19	Competencia, credibilidad y/o neutralidad del consultor que realiza las recomendaciones	Riesgo técnico
20	Otras razones económicas, técnicas, de prioridad en la organización o del consultor.	Otros

Fuente: Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas (realizada por el Centro de Energía de la universidad de Chile y el ministerio de energía de Chile, 2018)

3.1.2 Análisis estadístico de barreras y su efecto en el desarrollo de proyectos de eficiencia energética

Para analizar el nivel de efecto que tiene cada barrera descrita anteriormente sobre la realización de proyectos de eficiencia energética, se desarrolló un modelo logístico binario en el cual se asigna como variables independientes a las barreras y como variable binaria dependiente a la realización de proyectos (1 si realiza Proyecto de EE, 0 si no). De esta forma se puede obtener variables estadísticamente significativas, es decir, que efectivamente presentan relación con la realización de proyectos.

La ecuación 3 representa el modelo a usar:

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = y_i = \sum_{i=0}^{20} B_i * X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

En la tabla 5 es posible observar la descripción de las variables independientes y la variable dependiente y .

Tabla 5: Descripción de variables de modelo logístico binario barreras.

	Barreras (variables independientes)	y_i
X_1	Alto período de recuperación de la inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	1 si realiza Proyecto de EE, 0 si no
X_2	Falta de fuentes financiamiento de las medidas de Eficiencia Energética	
X_3	Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables	
X_4	Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	
X_5	Riesgo de falla de producción al implementar medidas de Eficiencia Energética	
X_6	Riesgo de pérdidas de calidad del producto al implementar medidas de Eficiencia Energética	
X_7	Personal no capacitado en Eficiencia Energética al interior de la planta	
X_8	Desconfianza en empresas que implementan medidas de Eficiencia Energética	
X_9	Cancelación de proyectos debido a un cambio en la operación	
X_{10}	Incertidumbre del precio de la energía	
X_{11}	Otras inversiones tienen mayor prioridad	
X_{12}	Consenso interno no encontrado	
X_{13}	Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara	
X_{14}	La implementación de medidas de Eficiencia Energética requiere demasiado tiempo	
X_{15}	Insuficiente conocimiento para la implementación de medidas de Eficiencia Energética	
X_{16}	Recomendación de medidas de Eficiencia Energética son técnicamente inviables	
X_{17}	Credibilidad de niveles de ahorro esperados por la recomendación	
X_{18}	Desconocimiento de proveedores o consultores que implementen medidas	
X_{19}	Competencia, credibilidad y/o neutralidad del consultor que realiza las recomendaciones	
X_{20}	Otras razones económicas, técnicas, de prioridad en la organización o del consultor.	

Fuente: Elaboración propia

Se consideró como variable significativa a toda variable que tenga significancia menor o igual a 0,05. Cabe mencionar que el porcentaje de pronóstico de acierto para este caso es de 69,6%, por lo que el modelo es aceptable (para ver todos los resultados, ver anexo 3).

En la tabla 6 se encuentran las variables que resultaron significativas. Es posible notar que las barreras que más afectan negativamente al desarrollo de proyectos de eficiencia energética son: “la falta de rentabilidad”, “la recomendación de medidas no realistas”, “la incertidumbre del precio de la energía” y “la credibilidad en que efectivamente los proyectos cumplen con los niveles de ahorro esperados”.

Tabla 6: Resultado modelo regresión logística binaria, barreras, variables significativas.

Barreras (variables independientes)	B	ϵ	Sign.	Tipo
Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables	0,993	0,236	0	Financiera
Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara	0,992	0,294	0,001	Riesgo técnico
Incertidumbre del precio de la energía	0,964	0,218	0	Conductual
Credibilidad de niveles de ahorro esperados por la recomendación	0,913	0,229	0	Conductual
Cancelación de proyectos debido a un cambio en la operación	0,89	0,349	0,011	Conductual
Alto período de recuperación de la inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	0,867	0,212	0	Financiera
Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	0,72	0,208	0,001	Financiera
Otras inversiones tienen mayor prioridad	0,646	0,194	0,001	Conductual
Otras razones económicas, técnicas, de prioridad en la organización o del consultor.	0,611	0,311	0,05	otros
Falta de fuentes financiamiento de las medidas de Eficiencia Energética	0,45	0,197	0,023	Financiera
Constante	-3,118	0,457	0	

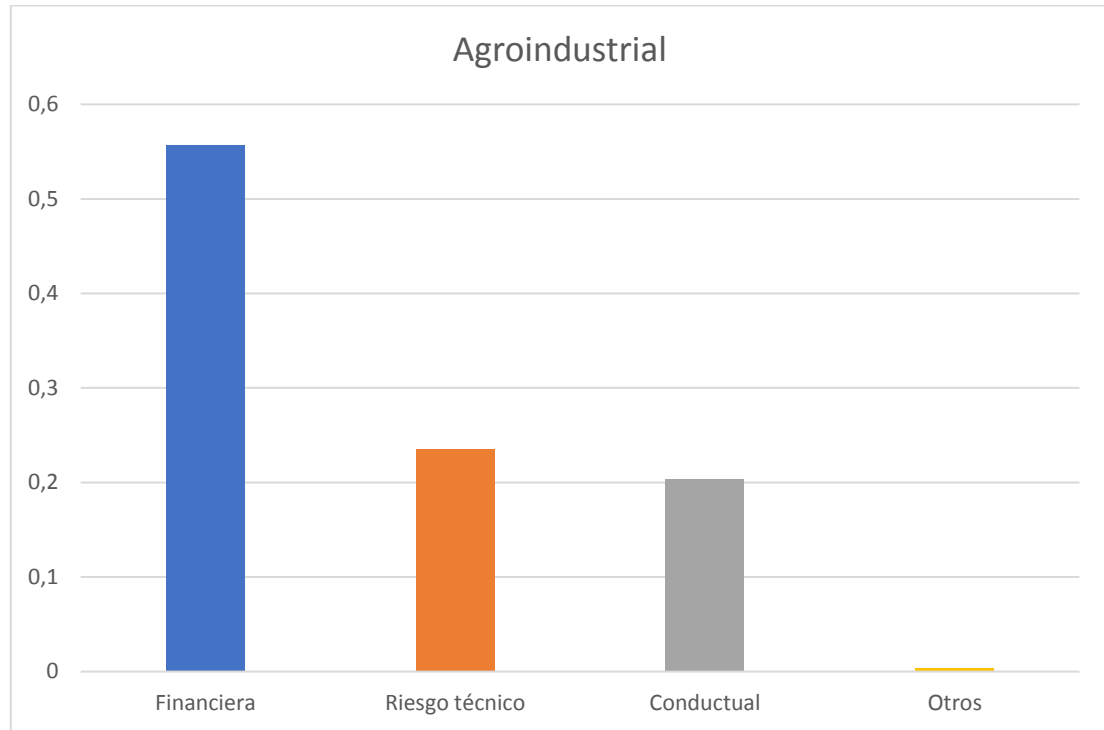
Fuente: elaboración propia

Lo anterior muestra que las categorías con más efecto negativo en el desarrollo de proyectos vienen dadas por aspectos financieros en primera instancia, seguido por riesgos técnicos y conductuales. Con esta información se deben desarrollar planes para lograr evadir las barreras. Cada empresa debería desarrollar un plan financiero, que pueda aportar las opciones de rentabilidad de los proyectos en cartera y como poder obtener capital para desarrollarlos.

3.1.3 Análisis descriptivo de barreras, sector agroindustrial.

En el panorama general de la agroindustria, las barreras que están más presentes en las empresas son de índole financiero, pues casi el 60% de esta industria presenta alguna barrera en esta agrupación. Por otro lado, las barreras de riesgo técnico son el segundo segmento más influyente en las empresas al momento de realizar un proyecto de eficiencia energética. (ver ilustración 10).

Ilustración 10: Principales barreras al momento de desarrollar proyectos de eficiencia energética.



Fuente: elaboración propia

3.1.4 Supuesto de similitud de comportamiento entre sector industrial y agroindustrial.

En base a lo encontrado en el estudio de la industria y los datos de la agroindustria. Donde ambos arrojan resultados similares, se puede asumir que los segmentos “industria” y “agroindustria” se comportan de forma similar frente a las barreras de la eficiencia energética.

La industria y la agroindustria presentan las mismas barreras en la eficiencia energética. Esto es una oportunidad, pues una solución dada a la industria en general podrá ser aplicada a segmentos pequeños de ella como en la agroindustria.

3.2 Análisis de los tipos de incentivos de la eficiencia energética

3.2.1 Tipos de incentivos que afectan el desarrollo de proyectos de eficiencia energética

El proceso de desarrollar proyectos de eficiencia energética debe proceder de una motivación inicial presente en la empresa y en el entorno de ella, pues debe solucionar un problema real tanto a nivel particular como a nivel social. Es por esto, que las principales motivaciones encontradas respecto al desarrollo de eficiencia energética vienen dadas por:

1. Ahorro de costos.
2. Periodo de recuperación del capital.
3. Facilidad en la implementación.
4. Oportunidad de actualización de procesos de producción o del negocio.
5. Exigencias de clientes nacionales o internacionales u otro actor de la cadena de suministro.
6. Búsqueda de certificación.
7. Conciencia social, mejora de reputación o compromiso de responsabilidad social empresarial o por compromiso vinculante.
8. Oferta de servicios de parte de consultora o de un proveedor de tecnologías eficientes.
9. Motivación de un trabajador.

3.2.2 Análisis estadístico, motivaciones para la realización de un proyecto de eficiencia energética.

Para este estudio se utilizó escalas de Likert con el objetivo de identificar el grado de relevancia de cada motivación. Siguiendo la lógica de Likert las variables independientes son ordinales con escala de 1-5. (Nada relevante, poco relevante, relevante, bastante relevante, muy relevante). De esta forma cada empresa puede asignar la relevancia de cada motivación según su propia experiencia, entregando una escala de cuáles motivaciones son más importantes.

Si se asigna como variables independientes a las motivaciones descritas anteriormente y como variable binaria dependiente a la realización de proyectos (1 si realiza Proyecto de EE, 0 si no), se puede aplicar un modelo de logística binaria el cual entregará las motivaciones que más efecto tienen sobre la realización de proyectos, entregando variables estadísticamente significativas, es decir, que efectivamente presentan relación con la realización de proyectos.

La ecuación 4 representa el modelo a usar:

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = y_i = \sum_{i=0}^9 B_i * X_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

En la tabla 7 es posible observar la descripción de las variables independientes y la variable dependiente y .

Tabla 7: Descripción de variables de modelo logístico binario Motivaciones.

X_i	Motivaciones (variables independientes)	Y_i
X_1	Ahorros de costos	1 si realiza Proyecto de EE, 0 si no
X_2	Periodo de recuperación del capital	
X_3	Facilidad en la implementación	
X_4	Oportunidad de actualización de procesos de producción o del negocio	
X_5	Exigencias de clientes nacionales o internacionales u otro actor de la cadena de suministro.	
X_6	Búsqueda de certificación	
X_7	Conciencia social, mejora de reputación o compromiso de Responsabilidad Social Empresarial o por compromiso vinculante (o semi)	
X_8	Oferta de servicios de parte de consultora o de un proveedor de tecnologías eficientes	
X_9	Motivación de un trabajador	

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los resultados del modelo. Cabe mencionar que el porcentaje de pronóstico de acierto para este caso es de 68,7%, por lo que el modelo es aceptable.

Tabla 8: Resultado modelo regresión logística binaria, Motivaciones.

Motivaciones X_i	B	ϵ	Sign.
Ahorros de costos	,240	,128	,062
Periodo de recuperación del capital	,191	,123	,121
Facilidad en la implementación	,126	,118	,283
Oportunidad de actualización de procesos de producción o del negocio	,196	,127	,125
Exigencias de clientes nacionales o internacionales u otro actor de la cadena de suministro.	-,113	,113	,318
Búsqueda de certificación	-,048	,117	,681
Conciencia social, mejora de reputación o compromiso de Responsabilidad Social Empresarial o por compromiso vinculante (o semi)	,210	,126	,095
Oferta de servicios de parte de consultora o de un proveedor de tecnologías eficientes	-,211	,121	,082
Motivación de un trabajador	,145	,117	,216
Constante	-2,909	,262	,000

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 se encuentran los resultados de la regresión, se consideró como variable significativa a toda variable que tenga significancia menor o igual a 0,1.

Tabla 9: Resultado modelo regresión logística binaria, Motivaciones, variables significativas.

Motivaciones Xi (significativas)	B	ε	Sign.
Ahorros de costos	,240	,128	,062
Conciencia social, mejora de reputación o compromiso de Responsabilidad Social Empresarial o por compromiso vinculante (o semi)	,210	,126	,095
Oferta de servicios de parte de consultora o de un proveedor de tecnologías eficientes	-,211	,121	,082
Constante	-2,909	,262	,000

Fuente: elaboración propia

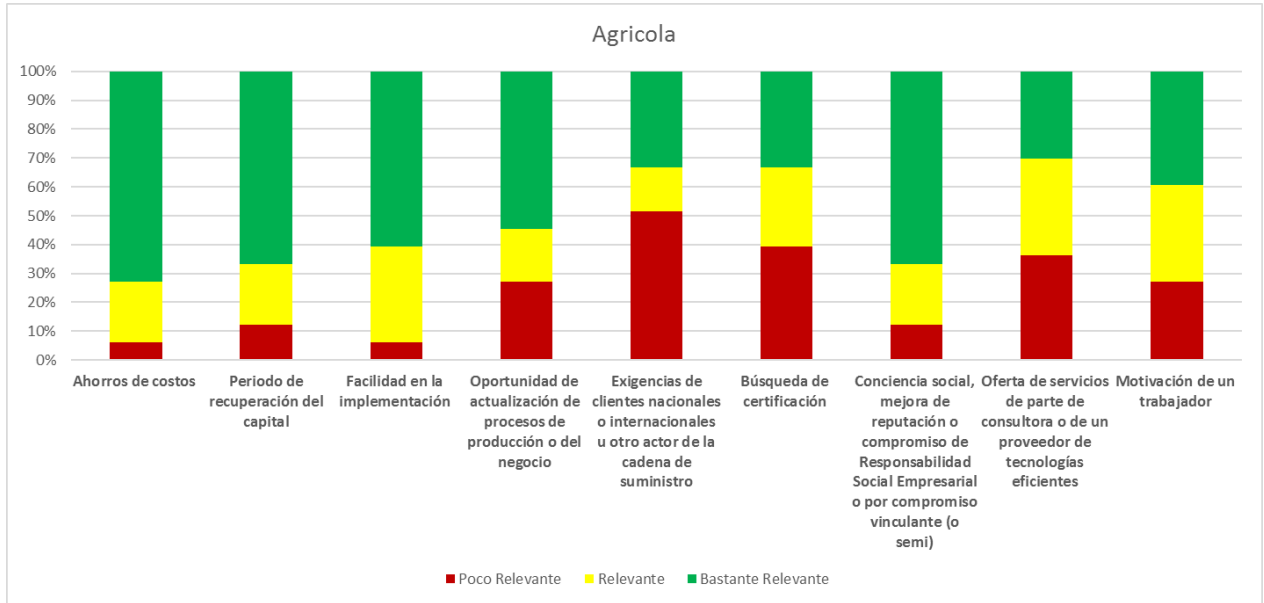
La variable que más efecto positivo tiene sobre el desarrollo de proyectos de eficiencia energética es: “el ahorro de costos”, seguido de la “conciencia social, mejora de reputación o compromiso de responsabilidad social”. Estos resultados son claros reflejos de las perspectivas que están tomando las empresas frente a la eficiencia energética, pues a nivel empresarial se presenta la importancia del medio ambiente y como las personas están prefiriendo a empresas con mejor reputación frente a la eficiencia y cuidado del planeta.

Cabe decir que siempre las empresas desarrollarán un proyecto si este es redituable, por lo que no resulta extraño que la variable ahorro de costos sea la variable que tiene mayor efecto como motivación para la realización de un proyecto.

3.2.3 Análisis descriptivo de motivaciones para la realización de un proyecto.

Al revisar descriptivamente los datos se puede apreciar que la información extraída de la regresión anterior coincide con los datos del sector agroindustrial, ya que la motivación con mayor relevancia viene dada por el “ahorro de costos”, seguido de “Conciencia social, mejora de reputación o compromiso de Responsabilidad Social Empresarial o por compromiso vinculante (o semi)”. Esto muestra que estas motivaciones están presentes en la industria chilena, así como en el sector agroindustrial. (ver ilustración 11).

Ilustración 11: Relevancia de las motivaciones sector agroindustrial



Fuente: elaboración propia

3.3 Mecanismos para el fomento de proyectos de eficiencia energética.

3.3.1 Identificación de mecanismos que mejoran las condiciones para el desarrollo de eficiencia energética

Los mecanismos para el fomento de proyectos de eficiencia energética son gestiones que una empresa debe hacer, es el paso previo para elegir el proyecto energético apropiado para sus necesidades.

Los mecanismos por analizar son:

1. Realización de auditoría o diagnóstico energético en la instalación: Corresponde al trabajo de recaudar información energética de una empresa, establecer el consumo y su origen, entregando un inventario del consumo que existe en sus dependencias, con el objetivo de encontrar áreas donde desarrollar proyectos de eficiencia energética y obtener ahorro.
2. Política energética: Declaración de la organización de sus intenciones globales y de la dirección de una organización, relativa a su desempeño energético tal como se expresan formalmente por la alta dirección.⁷ (ver ejemplo en anexo 4).
3. Planificación energética: Consiste en la obtención de información del consumo de energía para analizarla, con el fin de identificar los usos significativos de la energía y las variables que lo afectan.⁸
4. Encargado exclusivo de eficiencia energética (E.E) dentro de la empresa: Corresponde a un encargado de los proyectos de eficiencia energética, que vela por el desarrollo y funcionamiento de ellos.
5. Indicadores y metas fijados: Sirven para visualizar el estado de avance de un proyecto o meta, en la organización son ocupados por la gerencia y jefes de proyecto.
6. Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía: Corresponde a toda acción hecha por la empresa u entidad externa que se enfoque en entregar conocimiento del efecto que puede tener en la empresa la eficiencia energética.
7. Sistema de gestión de energía: Conjunto de elementos interrelacionados que interactúan para establecer una política energética y objetivos energéticos, además de los procesos y procedimientos para alcanzar esos objetivos.
8. Curso de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética: Existe variedad de cursos dictados por la agencia de sostenibilidad energética, para este estudio se tomarán los que son pagados.

⁷ De Laire Michel, Fiallos Yahaira, Aguilera Ángela. (2018). Guía Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en ISO 50001. 2019, de Agencia de Sostenibilidad Energética.

⁸ Pregunta 19, primera encuesta nacional a empresas de eficiencia energética

Estos mecanismos de fomento se han seleccionado mediante su efecto en el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, por la cantidad de datos que se manejan y por ser las acciones que más se repiten en las empresas del sector agroindustrial.

El análisis tiene como objetivo identificar el mecanismo con mayor prioridad para una empresa, para esto se crean dos rankings en los cuales se usan como indicadores el esfuerzo (costo) que implica desarrollar el mecanismo de fomento y el impacto en cuanto al ahorro generado.

3.3.2 Ranking de mecanismos según su “nivel de impacto” en eficiencia energética.

La construcción de un ranking necesita por defecto tener una valoración de los componentes a estudiar, para este caso los mecanismos serán valorizados mediante una matriz de riesgo que incorpora dos variables en su medición, en el eje de las ordenadas se tendrá la probabilidad de realizar el mecanismo por parte de la empresa y que termine en un proyecto de eficiencia energética.

En el eje de las abscisas se tendrá el impacto de dichos proyectos, tomando en cuenta que implica en un ahorro considerable para la empresa, esto se realiza haciendo la diferencia entre proyectos que son de mantenimiento y proyectos que son de recambio de maquinaria por alguna más eficiente, tomando de esta forma el recambio como mayor impacto.

Probabilidad de realizar proyecto

Ilustración 12: Matriz de fomento

20	100	200	300	400
15	75	150	225	300
10	50	100	150	200
5	25	50	75	100
1	5	10	15	20

Impacto de desarrollo

En la siguiente tabla se puede apreciar para cada mecanismo estudiado, el nivel de impacto asociado, la probabilidad con que se realizaron proyectos y finalmente el valor dado en cuanto a su fomento de proyectos de eficiencia energética en la agroindustria (ranking).

Tabla 10: Ranking de mecanismos de fomento a la eficiencia energética según su “probabilidad” e “impacto de desarrollo”

Mecanismos de fomento a la eficiencia energética	Nivel de Impacto %	Probabilidad de realizar proyecto %	Ranking
Encargado exclusivo de E.E. dentro de la empresa	15	20	300
Realización de auditoría o diagnóstico energético en la instalación	12	13	156
Política energética	10	13	130
Planificación energética	10	10	100
Indicadores y metas fijados	8	8	64
Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía	8	8	64
Sistema de gestión de energía	5	7	35
Curso de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética	3	3	9

Fuente: elaboración propia

De la tabla 10 se puede observar que los mecanismos con más impacto en el desarrollo de proyectos son: “encargado exclusivo de eficiencia energética” y una “realización de auditoría”. Tiene sentido que sean los mecanismos que más resalten, pues ambos son imprescindibles para llevar a cabo un proyecto. La auditoría se necesita, pues sin ella no se conocerá el gasto energético y el encargado será quien finalmente desarrolle el proyecto.

A continuación, se analiza los mecanismos según el esfuerzo (costo) que implica implementarlos.

3.3.3 Resumen de costos de mecanismos que fomentan la eficiencia energética

En la tabla 11, se detalla un resumen de los costos de los mecanismos que fomentan la eficiencia energética, el procedimiento de cómo se calcularon los costos puede encontrarse en el anexo 5.

Se estimaron los costos con el objetivo de medir el esfuerzo de realizar cada mecanismo. Esto servirá para elaborar un ranking de esfuerzo.

Tabla 11: Resumen de costos mecanismos que fomentan la eficiencia energética

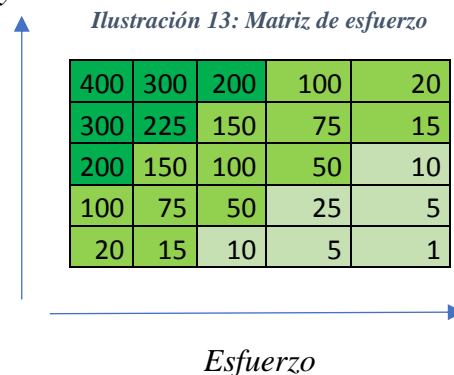
Mecanismos	Costo (CLP)
Curso de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética	337.000
Indicadores y metas fijados	1.557.500
Política energética	2.435.000
Realización de auditoría o diagnóstico energético en la instalación	2.500.000
Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía	3.600.000
Planificación energética	9.531.250
Sistema de gestión de energía	21.838.750
Encargado exclusivo de eficiencia energética. dentro de la empresa	30.198.960

Fuente: elaboración propia

3.3.4 Ranking de mecanismos según su “nivel de esfuerzo” en eficiencia energética

En este segmento se mostrará un ranking de los mecanismos según su nivel de esfuerzo, es decir el costo que implica para la empresa el desarrollarlos. A diferencia del ranking anterior, la matriz a utilizar esta invertida, pues el esfuerzo es indirectamente proporcional al beneficio, es decir demasiado esfuerzo (costo) implica menor beneficio. (ver ilustración 13).

probabilidad de realizar proyecto



En la tabla 12 se puede ver que en este ranking que incluye el costo de cada mecanismo, el encargado exclusivo de eficiencia energética desciende varios lugares, pues es uno de los que más esfuerzo implica para la empresa, por otra parte, la realización de la auditoria es una de las que menos esfuerzo requiere.

Tabla 12: Ranking de mecanismos de fomento a la eficiencia energética según su “probabilidad” y “nivel de esfuerzo”

Mecanismos de fomento a la eficiencia energética	Nivel de esfuerzo	Probabilidad de realizar proyecto (%)	Ranking
Realización de auditoría o diagnóstico energético en la instalación	5	13	150
Política energética	5	13	150
Planificación energética	15	10	150
Indicadores y metas fijados	5	8	75
Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía	10	8	50
Curso de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética	1	3	20
Encargado exclusivo de E.E. dentro de la empresa	20	20	20
Sistema de gestión de energía	20	7	5

Fuente: elaboración propia

3.3.5 Resultados del análisis de mecanismos para el fomento de eficiencia energética y plan de acción.

De los mecanismos analizados, se obtuvo que todos tienen un efecto positivo en el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, por lo que se recomienda en lo posible implementar la mayoría de los mecanismos.

En caso de no poder realizar todos los mecanismos por falta de capital u algún otro motivo se deben priorizar los mecanismos que son imprescindibles.

Hay un mecanismo que destaca en cuanto a su impacto y nivel de esfuerzo (costo), es la realización de auditoria y tiene sentido que, como prioridad en la empresa se deba tener un diagnóstico del consumo que existe, ya que de esta forma se obtiene la información necesaria para diseñar proyectos de eficiencia energética.

Por lo tanto, como primer paso para desarrollar proyectos de eficiencia energética hay que hacer una auditoria energética, que diagnostique a la empresa y encuentre los sectores donde sea más apropiado implementar un proyecto.

Tener un encargado exclusivo de eficiencia energética en la empresa tiene un impacto tremendo en el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, sin embargo, es muy costoso para una empresa mantener a alguien solo concentrado en esta labor. En empresas medianas y pequeñas, este mecanismo se ve reemplazado por algún encargado de otras funciones, que se complementa con la función de encargado de eficiencia energética.

4. Gestión de cambio en la empresa frente a la evaluación y desarrollo de proyectos de eficiencia energética.

Todo proyecto en la empresa implica un cambio y con él una adaptación del entorno. Cuando se quiere llegar a un estado deseado es necesario pasar por un proceso que soporte la transición.

Si se quiere implementar eficiencia energética en una empresa es necesario prepararla para facilitar el desarrollo de proyectos y su respectivo control. La eficiencia energética implica un cambio cultural, pues cada proyecto involucra a la gerencia y al personal de forma activa. Desde el encargado de analizar la oferta de proyectos potenciales a realizar hasta las personas que terminan operando el cambio. La eficiencia es un ciclo de constante perfeccionamiento y será mejor gestionado si toda la empresa tiene en su cultura el uso eficiente de la energía. (ver ilustración 14).

Existen ocho pasos que una empresa puede realizar para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética.

Paso 1 Establecer un Sentido de Urgencia

Paso 2 Formar una Coalición de Guía Poderosa

Paso 3 Crear una Visión

Paso 4 Comunicar la Visión

Paso 5 Facultar a los demás para Actuar sobre la Visión

Paso 6 Planificar y Crear Ganancias a Corto Plazo

Paso 7 Consolidar las mejoras y Producir aún más cambios

Paso 8 Institucionalizar nuevos Métodos

Siguiendo los pasos anteriores un proyecto de eficiencia energética, tendrá un mejor ambiente donde desarrollarse.



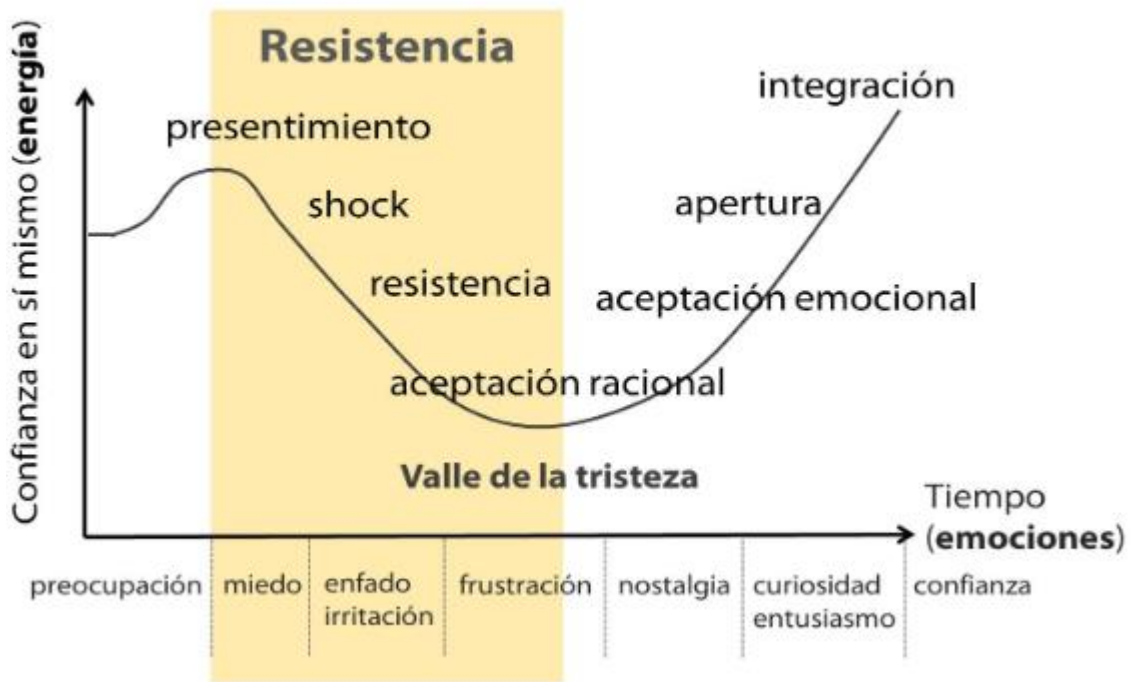
Fuente: Raúl Uribe, *Herramientas de análisis empresas*, 2019.

4.1 Fases de cambio frente a un cambio cultural empresarial.

Todo cambio en la empresa tendrá cierta resistencia por parte de las personas, sin embargo, esto es un ciclo de adaptación que debe ser superado. Eventualmente cuando haya un proyecto de eficiencia energética, este generará cierta inseguridad en la empresa, pero a medida que se vaya conociendo su implementación y su operación será integrado de forma permanente.

En la adaptación a proyectos en la empresa se reconocen ciertas fases de cambio, en donde se pueden resumir tres grandes secciones. La primera corresponde a la resistencia frente al cambio que es donde la persona siente enfado e irritación por el esfuerzo que se deberá hacer. El segundo es el valle de la tristeza que es donde ocurre una aceptación racional del eventual cambio. Finalmente, en el tercer paso se logra la integración, aquí es donde se desarrolla confianza frente al cambio y se concluye el proceso. (ver ilustración 15)

Ilustración 15: Fases del cambio



Fuente: Pérez, J. la cultura organizacional, 2013.

4.2 Pensamiento creativo y como llegar a proyectos de eficiencia energética.

El pensamiento creativo es una condición en la que alguien ejerce su capacidad de pensar y logra generar algo completamente nuevo producto de su creatividad. Para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética es importante desarrollar el pensamiento creativo, ya que con el surgirán ideas nuevas a desarrollar en la empresa y que eventualmente se traducirán en ahorro energético.

4.2.1 Que debe hacer la empresa para determinar un proyecto adecuado.

Toda eficiencia energética debe nacer de una necesidad en la empresa. Es necesario conocer la deficiencia que existe, para esto es recomendable manejar cifras y preguntarse ¿Por qué es necesario realizar un proyecto energético?, con el objetivo de poder alinear la solución con el problema.

Una vez teniendo claro el objetivo a desarrollar se debe dar paso a la creatividad para entregar una solución al problema. En esta parte es posible usar la intuición con la finalidad de proponer todas las soluciones que se puedan llevar a cabo.

Es importante que toda propuesta resultante de la creatividad sea puesta a prueba. Se debe refutar profundamente, para lograr extraer el máximo de información y también para averiguar si lo propuesto es realmente viable o la mejor opción al problema.

En esta puesta a prueba de las opciones a desarrollar, también es necesario no solo destacar lo negativo de un proyecto, sino analizar de igual forma los aspectos positivos. Con esto se logrará sopesar tanto aspectos negativos como positivos de un potencial proyecto.

Finalmente se debe llegar a una síntesis de lo que se ha analizado, e incorporarlo a la visión global de la empresa con el objetivo de alinear lo propuesto.

4.2.2 Información necesaria que la empresa debe manejar para el desarrollo de un proyecto.

Una de las cosas más importantes que se debe conocer en la empresa es el consumo energético que esta tiene. Por lo general una auditoria energética arrojará el consumo que se está tiene y se podrá analizar las partes de la empresa que tienen potencial energético, es decir donde se podría realizar un proyecto.

Una vez que se manejan los datos de consumo, se debe encontrar la zona de más gasto y analizar qué proyecto brinda más ahorro a la empresa.

Ya definido el proyecto a realizar se deben barajar las opciones, para el proyecto. En esta parte se deben manejar datos económicos, para elegir la opción más rentable, datos internos para elegir la opción menos invasiva y finalmente datos de la estructura del proyecto para elegir la opción más fácil de realizar.

Por último, tener siempre una visión del proyecto, ver como beneficia el proyecto a futuro.

4.2.3 Indicadores necesarios para tomar la decisión correcta en la evaluación de un proyecto.

Los principales indicadores son económicos, verificar que el potencial ahorro generado por el proyecto sobrepase a los costos de implementación en un determinado tiempo, para esto se puede hacer uso de payback., que es básicamente el periodo de recuperación del capital.

5. Evaluación de un proyecto de eficiencia energética en una empresa tipo del sector agroindustrial.

Para ahondar en forma más precisa en la agroindustria, se trabaja con una empresa tipo del sector, obtenida de los datos de la primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas (realizada por el Centro de Energía de la Universidad de Chile y el Ministerio de Energía de Chile, 2018). Se calculan potenciales de ahorro dados por los proyectos de eficiencia energética que aplican para sus necesidades y se selecciona un proyecto que se analiza de forma específica, todo esto con el propósito de mostrar el beneficio de la eficiencia energética en un caso particular aplicado.

5.1 Antecedentes de la empresa tipo (fruticultora).

La empresa por analizar corresponde a una industria agrícola, de la Región Metropolitana que, se especializa en la fruticultura. Es de tamaño medio, e incluye en su nómina de empleados a menos de 200 trabajadores.

Se especializa en la elaboración y exportación de frutas, principalmente uva de mesa, carozos, pomáceas y berrys. En la ilustración 16 se puede ver el proceso que debe hacer la empresa para obtener el producto final, los rectángulos en verde son procesos en los que más se consume energía.

5.1.1 Procesos de elaboración de fruta fresca.

El proceso de elaboración de fruta consta de nueve pasos.

Paso 1. Recepción y pesaje: en este paso se recibe la fruta y se pesa con el objetivo de determinar la cantidad que se debe procesar.

Paso 2. Lavado: se lava la fruta para quitar toda impureza que tenga (hojas, tierra, etc.)

Paso 3. Túnel de frío: el túnel de congelamiento consiste en la extracción de calor de los productos para que alcancen una temperatura idónea para su almacenamiento.

Paso 4. Almacenamiento y cámara de frío: se almacena la fruta y se mantiene con el objetivo de conservarla.

Paso 5. Lavado y sanitización: se lava la fruta y se desinfecta, para evitar que la fruta se pudra u contagie a otras variedades.

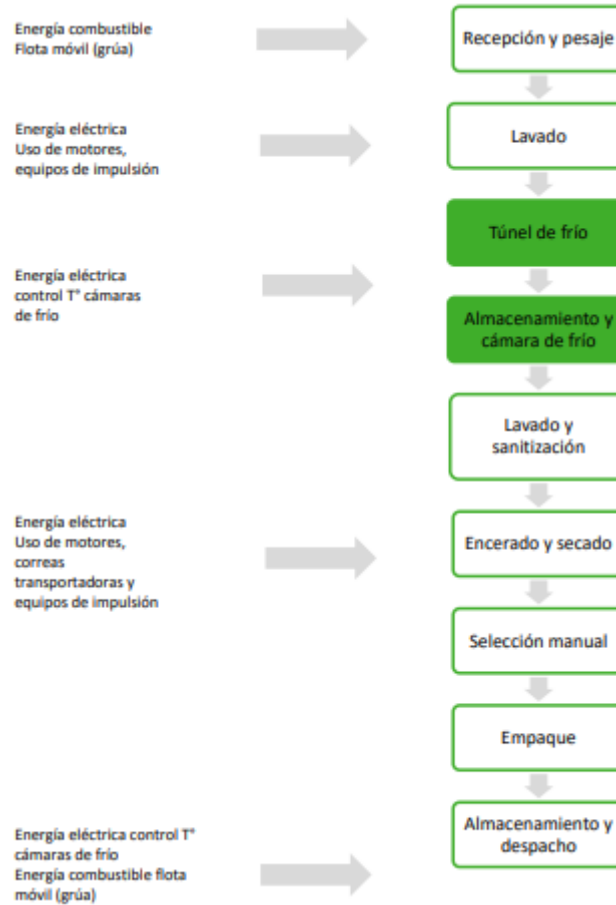
Paso 6. Encerado y secado: se aplica una capa artificial de cera sobre la fruta para conservación de esta, luego se seca para que quede fija.

Paso 7. Selección manual: se selecciona de forma manual la fruta, para evitar que haya fruta en malas condiciones.

Paso 8. Empaque: se empacan las frutas para su almacenamiento o despacho.

Paso 9. Almacenamiento y despacho: se almacenan las frutas o si ya están encargadas se despachan al cliente.

Ilustración 16: Proceso tipo de elaboración de fruta fresca



Fuente: Informe proyecto Smart energy concept

5.1.2 Consumo de energéticos

La empresa divide su consumo en cuatro energéticos principales, Diésel, Gasolina, GLP, y Electricidad. El detalle del consumo y el porcentaje que representa para la empresa viene dado en la tabla 13. Este consumo corresponde a lo necesario para producir un año completo.

Tabla 13: Consumo energético de la empresa

Energéticos	Consumo	Unidad	%
Diesel	70.226	l	6%
Gasolina	30.751	l	2%
GLP	198.240	l	12%
Electricidad	10.234.213	kWh	80%

El consumo energético de la empresa está claramente marcado por el uso de electricidad, ya que, al manejar fruta fresca, el 80 % del consumo de energía viene dado por la refrigeración, iluminación, aire acondicionado y usos específicos del sector como carga de baterías para grúas eléctricas. Ello se detalla en el cuadro siguiente.

Tabla 14: Distribución de energéticos

	Iluminación	HVAC y Calefacción	Motor - tracción - fuerza	Compresores, bombas y ventiladores	Refrigeración	Calor directo (horno / secado / cocción)	Caldera y calor indirecto	Usos específicos del sector
Diesel	25%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	70%
Gasolina	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
GLP	0%	10%	0%	0%	0%	60%	0%	30%
Electricidad	3%	2%	0%	0%	80%	0%	0%	15%

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

El uso de Diésel se gasta en iluminación, calefacción y usos específicos del sector como combustible para vehículos de la empresa, al igual que gasolina. Por otra parte, el gas licuado se usa para hacer funcionar grúas, hornos de secado y calefacción.

5.1.3 Precios energéticos

En la siguiente sección se describen los precios de cada energético usado por la empresa. (ver tabla 15). Con ellos se podrán estimar los ahorros que puedan ser obtenidos a partir de la implementación de medidas de eficiencia energética.

Tabla 15: Precios energéticos Chile

Energéticos	Precio CLP\$	Unidad
Diesel	611	L
Gasolina	817	L
GLP	426	L
Electricidad BT2	60,417	kWh

Fuente: Comisión nacional de energía, 2019 y Empresa eléctrica Pte Alto 2019.

Tabla 16: Gasto en energéticos CLP\$

	Iluminación	HVAC y Calefacción	Motor - tracción - fuerza	Refrigeración	Calor directo (horno/ secado / cocción)	Usos específicos del sector
Diesel	10.727.022	2.145.404	-	-	-	30.035.660
Gasolina	-	-	25.123.567	-	-	-
GLP	-	8.445.024	-	-	50.670.144	25.335.072
Electricidad	18.549.613	12.366.409	-	494.656.357	-	92.748.067

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

A continuación, se detallan los proyectos asociados a las necesidades de la empresa, esto sirve para obtener todas las opciones de eficiencia en la empresa, luego se podrá seleccionar el proyecto con más potencial de ahorro.

5.2 Proyectos asociados a las necesidades de la empresa

En base a los datos de consumo energético, se puede proponer para esta empresa los siguientes proyectos de eficiencia energética, de acuerdo a los usos energéticos existentes.

Tabla 17: Proyectos para iluminación

Sección	Proyecto E.E.	Ahorro promedio	Payback
Iluminación	Reducir al mínimo requerimientos de iluminación	37%	0,35
Iluminación	Limpieza y mantenimiento	33%	0,35
Iluminación	Cambio de hábitos de iluminación	25%	0,35
Iluminación	Incorporar sistemas de control automatico en iluminacion interior	27%	0,69
Iluminación	Incorporar sistemas de control automatico en iluminacion externa	41%	0,69
Iluminación	Íncorporar elementos para mejorar el diseño de la instalación	13%	0,86
Iluminación	Aprovechamiento de luz natural	38%	1,07
Iluminación	Reemplazo por luminarias eficientes	64%	1,46

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Tabla 18: Proyectos para climatización

Sección	Proyecto E.E.	Ahorro promedio	Payback
Aire Acondicionado	Mejorar practicas de mantenimiento del sistema HVAC	8%	0,47
Aire Acondicionado	Mejoras en ventilación	6%	0,62
Calefacción	Mejorar eficiencia en sistemas de distribucion de calor	6%	0,48
Aire Acondicionado	Reducir la demanda de aire acondicionado	11%	0,75
Aire Acondicionado	Mejorar sistema de gestion de energia para optimizar uso de equipos HVAC	18%	0,77
Aire Acondicionado	Reducir infiltraciones de aire exterior al edificio	16%	0,79
Calefacción	Reducir infiltraciones de aire exterior al edificio	30%	0,79
Calefacción	Mejoras en sistemas de calefacción en base a caldera	8%	0,84
Aire Acondicionado	Optimizar diseño de sistema HVAC	28%	1,24
Aire Acondicionado	Mejorar circulación en conductos de aire en sistema de AC	12%	1,24
Calefacción	Reemplazo sistema de calefacción por uno de mayor eficiencia	12%	1,30
Aire Acondicionado	Reducir ganancias de calor en la envolvente del edificio	9%	1,41
Aire Acondicionado	Mejoras en la aislación del edificio	20%	2,32
Calefacción	Mejoras en la aislación del edificio	20%	2,32

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Tabla 19: Proyectos para Motores

Sección	Proyecto E.E.	Ahorro promedio	Payback
Motores, usos en tracción y fuerza	Mejoras en el mantenimiento de motores	1%	0,27
Motores, usos en tracción y fuerza	Uso de variadores de frecuencia	25%	0,75
Motores, usos en tracción y fuerza	Redimensionamiento en motores	3%	0,98
Motores, usos en tracción y fuerza	Gestión de motores	3%	1,08
Motores, usos en tracción y fuerza	Reemplazo de motores	15%	2,75

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Tabla 20: Proyectos para Refrigeración

Sección	Proyecto E.E.	Ahorro promedio	Payback
Refrigeración	Mantenimiento de sistema de refrigeración	4%	0,76
Refrigeración	Mejorar configuración en zona de refrigeración	10%	1,03
Refrigeración	Reemplazo por sistema eficiente industrial	15%	1,78
Refrigeración	Operación eficiente de sistema de refrigeración	3%	3,08

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Tabla 21: Proyectos para Hornos industriales y secado

Sección	Proyecto E.E.	Ahorro promedio	Payback
Hornos industriales y secado	Optimización de la demanda	6%	0,50
Hornos industriales y secado	Mejoras en la combustión	18%	0,54
Hornos industriales y secado	Mejoras en la configuración del sistema	16%	0,57
Hornos industriales y secado	Mejoras de aislamiento	5%	0,71
Hornos industriales y secado	Incorporación de componentes	4%	1,28
Hornos industriales y secado	Reemplazo por hornos Oxyfuel	20%	1,28
Hornos industriales y secado	Recuperación de calor	10%	1,52
Hornos industriales y secado	Reemplazo por sistemas eficientes en horno	15%	2,16

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

5.3 Selección de proyecto de eficiencia energética para empresa tipo (recambio sistema de refrigeración).

En el análisis anterior se generó una lista de todos los proyectos a los que esta empresa empacadora de fruta puede acceder, sin embargo, para dar más detalle al estudio, se evaluará el proyecto de eficiencia energética que más ahorro genera en la empresa. Para elegir el proyecto se seleccionó el proceso con mayores consumos que es el área de refrigeración (\$273.540.045) y se llegó a la conclusión que el proyecto con mayor porcentaje de ahorro que se podría implementar es el recambio del sistema de refrigeración.

5.3.1 Plan de operaciones de recambio de sistema de refrigeración

De lo estudiado en los capítulos anteriores, es posible hacer una recomendación previa al desarrollo del estudio del proyecto. El desarrollo de proyectos de eficiencia energética está estrechamente ligados a la cultura de la empresa, por lo que, mientras más desarrollada esté la cultura de eficiencia energética, más probabilidades tendrá un proyecto de completarse exitosamente.

En esta cultura se encuentran a realizar auditorías de eficiencia energética, con el fin de determinar efectivamente cuanto está gastando la empresa en su consumo de energía. Este mecanismo permitirá el conocimiento del consumo, abrirá un abanico de opciones y proyectos a desarrollar. Es prioridad realizar este mecanismo, para establecer una base de inicio frente a los proyectos y poder desarrollarlos de la mejor manera posible.

A continuación, se detalla el sistema de refrigeración de la empresa.

5.3.1.1 Estado del sistema de refrigeración

La empresa cuenta con cuatro cámaras de refrigeración con capacidad de almacenar 2700 toneladas cada una, están fabricadas con poliuretano inyectado de 80 mm, con el objetivo de resistir una temperatura exterior de 35°C y una humedad relativa de 35%. Las cámaras tienen más de 20 años de funcionamiento. Lo que excede el tiempo de uso, que por lo general se estima en 20 años, por lo que se evaluarán las mejores alternativas para el recambio del sistema.

5.3.1.2 Características de refrigeración del Producto

La empresa trabaja principalmente con uva de mesa, carozos, pomáceas y berrys. Estos productos necesitan un ambiente con una humedad relativa entre 85% a 95%, ya que se componen de un 80% de agua. En caso de disminuir la humedad relativa, la fruta se seca, produciendo destrucción de la piel. Si por el contrario aumenta la humedad, se propicia un ambiente para el desarrollo de microorganismos.

En la ilustración 17 se puede observar la temperatura, humedad relativa y vida aproximada de algunas frutas, donde se puede destacar la uva, pues es el principal producto que se maneja y que necesita que la cámara pueda refrigerar de -1 a 10°C.

Se tiene conocimiento que a diario se mueve un 10% de la capacidad de la cámara de refrigeración, es decir se mueven 270 toneladas. Esto será de utilidad para calcular la carga térmica que enfrenta el sistema de refrigeración.

Ilustración 17: Guía de temperaturas y humedades recomendadas para el almacenamiento de algunas frutas

Producto	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vida Aproximada de almacenamiento
Guayaba	8 a 10	90	2 a 3 meses
Lima	8.5 a 10	85 - 90	1 a 4 meses
Limón verde en general	10 a 14	85 - 90	2 a 3 semanas
Limón coloreado en general	0 a 4.5	85 - 90	2 a 6 meses
Limón verde Europeo	11 a 14	85 - 90	1 a 4 meses
Limón Europeo amarillo	0 a 10	85 - 90	3 a 6 semanas
Limón Mexicano	8 a 10	85 - 90	3 a 8 semanas
Mango	7 a 12	90	3 a 6 semanas
Mandarina	4	90 - 95	2 a 4 semanas
Melón	7 a 10	85 - 90	3 a 7 semanas
Naranja	3 a 9	85 - 90	3 a 12 semanas
Aguacate	7 a 12	85 - 90	1 a 2 semanas
Papaya	7 a 13	85 - 90	1 a 3 semanas
Piña verde	10 a 13	85 - 90	2 a 4 semanas
Piña madura	7 a 8	85 - 90	2 a 4 semanas
Plátano coloreado	13 a 16	85 - 90	20 días
Plátano verde	12 a 13	85 - 90	1 a 4 semanas
Sandía	5 a 10	85 - 90	2 a 3 semanas
Toronja	10 a 15	85 - 90	6 a 8 semanas
Uva	-1 a 0	90 - 95	1 a 4 meses

Fuente: Mundo HVCR, almacenamiento y refrigeración de frutas, 2010.

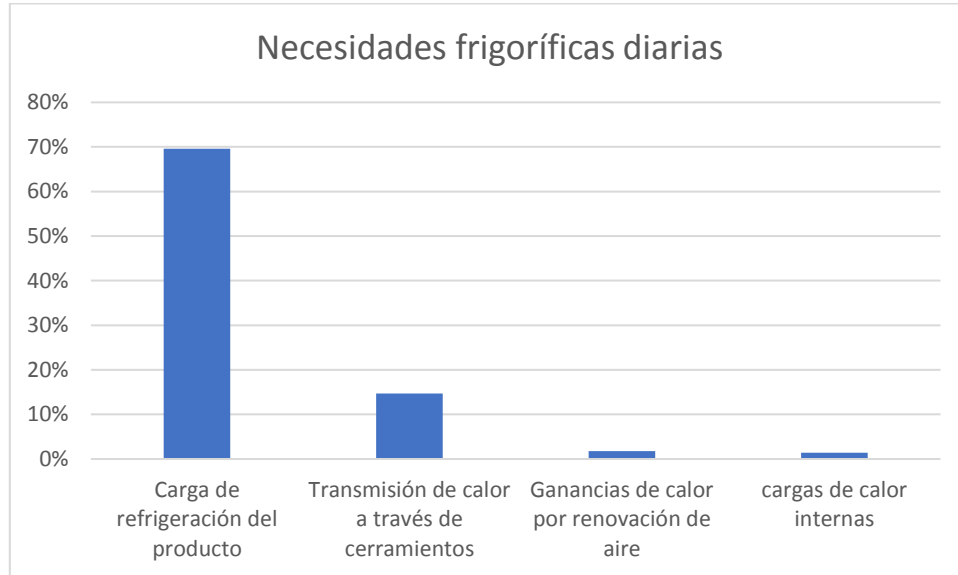
5.3.1.3 Necesidades de una cámara de refrigeración

Se analiza una cámara para simplicidad del cálculo y luego se extiende el resultado a las restantes.

Para obtener la capacidad de refrigeración que necesita la cámara, se analizan los distintos tipos de fuentes de calor que afectan al sistema.

En la ilustración 18 se puede ver que las principales fuentes de calor son: la refrigeración propia del producto, cerramientos, renovación de aire y cargas de calor internas como el calor de las personas que trabajan y las luces utilizadas.

Ilustración 18: Fuentes de calor que afectan al sistema de refrigeración



Fuente: Intarcon, calculadora de potencia frigorífica necesaria

En la tabla 22 se tiene el resumen de las fuentes de calor y sus respectivas generaciones de calor en un día.

Tabla 22: Fuentes de calor

Fuentes de calor	KJ/Día
Carga de refrigeración del producto	23.814.000
Transmisión de calor a través de cerramientos	5.034.118
Ganancias de calor por renovación de aire	595.329
Cargas de calor internas	478.224
Necesidades frigoríficas totales	34.225.471

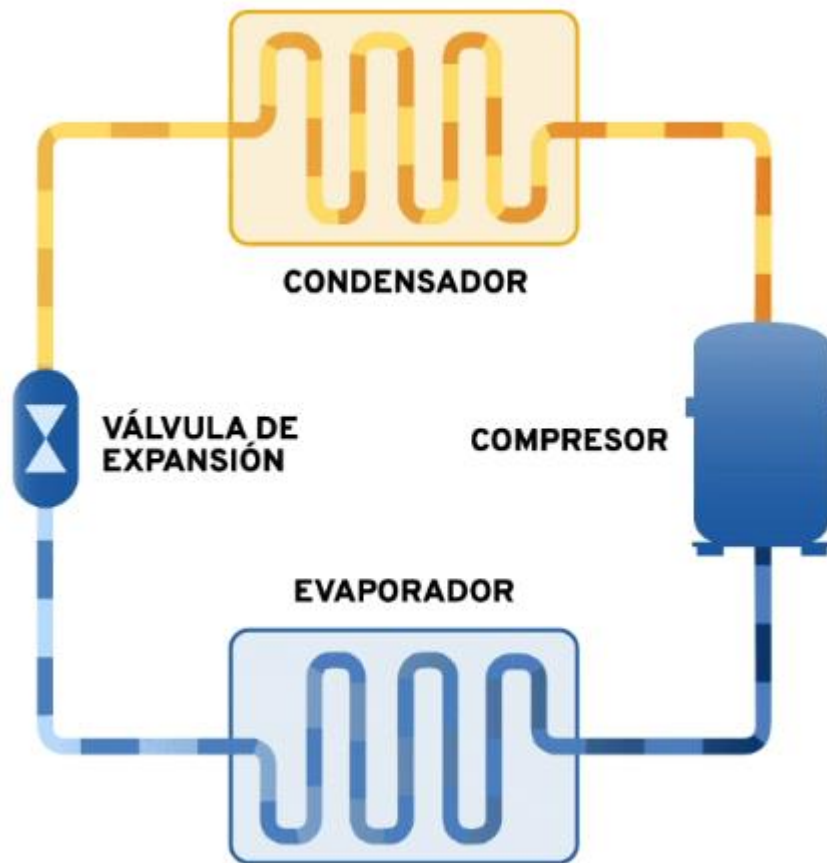
Fuente: Intarcon, calculadora de potencia frigorífica necesaria

Finalmente, al considerar 20 horas de trabajo continuado de refrigeración. La necesidad de esta cámara frigorífica debe ser abastecida por una potencia de refrigeración de 500 KW, aproximadamente.

5.1.3.4 Opciones de sistemas de refrigeración

Un sistema de refrigeración consta principalmente de un compresor, el cual es el corazón del sistema, además de una unidad condensadora, una unidad evaporadora y una válvula de expansión. (ver ilustración 19).

Ilustración 19: Ciclo de refrigeración



Fuente: Froztec International Inc. 2019

Para la potencia necesaria, se contemplan dos opciones de sistemas de refrigeración.

1. El primero es un sistema que consiste en un compresor de tornillo, que usa como refrigerante amoníaco (R-717). Es el refrigerante más utilizado en la refrigeración industrial y en los refrigeradores caseros. La fórmula química del amoníaco es NH_3 . Es un compuesto que existe de forma natural siendo uno de los gases más abundantes en el ambiente ya que, como indica su formulación, se descompone en moléculas de hidrógeno y nitrógeno, las cuales están en un 80% en la atmósfera. El funcionamiento básico de la instalación de refrigeración con amoníaco se basa en un ciclo cerrado de evaporación, compresión, condensación y expansión. El punto de ebullición del amoníaco es -33°C a una presión de 1,09bar.

Cabe destacar que una de las principales ventajas del amoníaco es la capacidad de enfriamiento, ya que esta es mayor que otros refrigerantes. En otras palabras, se necesita menos energía para realizar el mismo trabajo.

En el aspecto medio ambiental, se comprobó que, el amoníaco no afecta a la capa de ozono, por lo que se considera un refrigerante ecológico.

En las desventajas, se encuentra que el amoniaco es toxico, puede producir irritación y si el consumo es alto puede causar desmayos. La seguridad al usar amoniaco debe ser prioridad. En caso de fugas se tiene como advertencia el fuerte olor que se percibe al estar en contacto con el gas.

2. El segundo sistema es un rack de compresores que juntos llegan a la necesidad del sistema, estos compresores usan como refrigerante R-22 o R-134.

Las principales ventajas de usar este sistema, es el bajo costo inicial en comparación a otros sistemas de refrigeración y que el refrigerante usado no es dañino para el ser humano.

Las principales desventajas que tiene este sistema están relacionadas con el ahorro energético (es más bajo en comparación al sistema con amoniaco) y el daño ecológico que pueden causar estos refrigerantes si se liberan a la atmosfera, son destructores de la capa de ozono.

En la tabla 23 se resumen las diferencias anteriormente descritas.

Tabla 23: Diferencias tipo de compresor

Tipo de compresor	Ahorro energético	Costo inicial	Calidad	Toxicidad al ser humano	Destruye la capa de ozono
Tornillo amoniaco R-717	Alto	Alto	Alto	Si	No
Rack R-22, R-134	Bajo	Bajo	Alto	No	si

Fuente: Equipos, componentes, accesorios y repuestos, Mycom

A continuación, se detalla una comparación técnica entre los sistemas de refrigeración con el objetivo de decidir cuál es el más apropiado para la empresa.

5.1.3.5 Comparación técnica de sistemas de refrigeración

En esta sección se comparan los diferentes refrigerantes de los sistemas a evaluar. En la tabla 24 se puede ver las presiones que presentan los refrigerantes, el COP (coeficiente de rendimiento), Efecto neto refrigerante, refrigerante circulando y ratio de compresión.

Tabla 24: Comparación refrigerantes

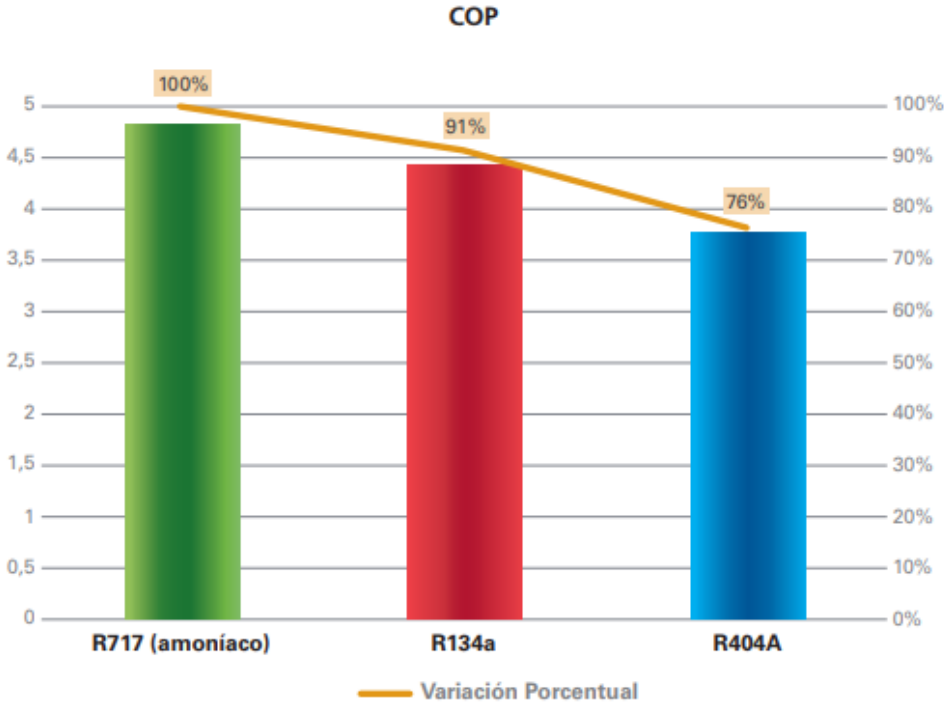
Refrigerante	Presión evaporación (bar)	Presión condensación (bar)	COP	Efecto neto refrigerante (kj/kg)	Refrigerante circulando (kg/s)	Ratio de compresión
R717 (amoniaco)	2,36	11,64	4,84	1.102,2	0,00091	4,94
R134a	1,64	7,7	4,42	150,71	0,0066	4,69
R404A	3,63	14,16	3,66	114,05	0,0087	3,9

Fuente: Equipos, componentes, accesorios y repuestos, Mycom

El COP es el coeficiente de rendimiento del refrigerante, es decir nos indica la capacidad frigorífica (potencia) del refrigerante dividida por los kW de potencia utilizada. Este factor es importante para determinar el ahorro energético, pues quien tenga mayor COP, tendrá una mayor eficiencia energética, pues podrá enfriar más rápido con una menor cantidad de energía.

En la ilustración 20 se puede ver que el amoniaco presenta un mayor COP, es en promedio un 19% menos consumidor de energía que los otros refrigerantes.

Ilustración 20: COP refrigerantes

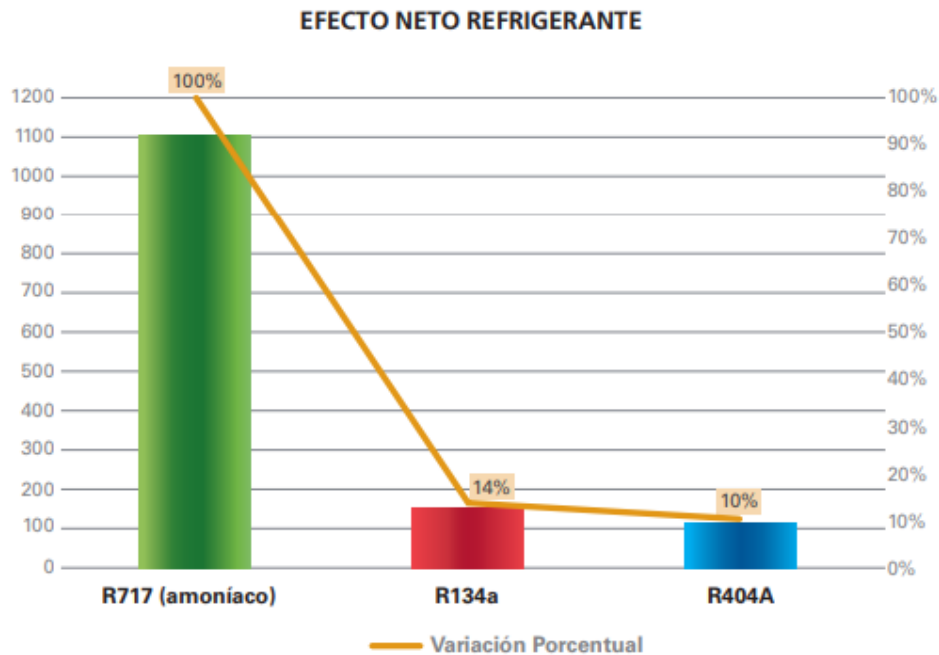


Fuente: Equipos, componentes, accesorios y repuestos, Mycom

Por otra parte, el efecto neto refrigerante muestra la relación entre la energía generada por kg de refrigerante.

En la ilustración 21 se puede ver que, el amoniaco puede absorber una mayor cantidad de calor por kg de refrigerante. Lo cual permite que los condensadores y evaporadores sean más pequeños, pues necesitan menos refrigerante para absorber el mismo calor que otros refrigerantes.

Ilustración 21: efecto neto refrigerante



Fuente: Equipos, componentes, accesorios y repuestos, Mycom

5.1.3.6 Costo sistemas de refrigeración

En el siguiente segmento se presentan los costos totales de instalación de las diferentes opciones de sistemas de refrigeración. En la tabla 25 se puede ver que el sistema de amoniaco es aproximadamente 100 millones más costoso de implementar que el sistema de racks, sin embargo, el sistema con amoniaco tiene una mayor eficiencia en cuanto ahorro. El sistema con amoniaco es un 9% más eficiente energéticamente que el rack que utiliza refrigerante R-134 y un 24% más eficiente que el sistema con R-404^a.

Tabla 25: Costos sistemas de refrigeración

Tipo de equipo	Total (CLP)
Tornillo amoniaco R-717	739.880.000
Rack R-22, R-134, R-404a	621.990.592

Fuente: elaboración propia

5.1.3.7 Conclusiones plan de operaciones.

Tomando en cuenta todos los antecedentes de las opciones a utilizar, el sistema de refrigeración que se recomienda es el que tenga como refrigerante el amoniaco, pues es un 9% más eficiente en el consumo eléctrico, ocupa menos espacio debido a su efecto neto de refrigerante, no disminuye la capa de ozono (es ecológico) y satisface todas las necesidades técnicas del problema.

El único factor en contra que presenta es la toxicidad que tiene para el ser humano, sin embargo, en caso de existir alguna fuga su olor característico será la principal advertencia que se tendrá.

5.3.2 Estrategia de difusión y valor de marca.

Existe una amplia evidencia de que las compañías que implementan prácticas asociadas a la sostenibilidad socio-ambiental logran un mejor desempeño a nivel financiero, mejorando sus retornos y reduciendo el costo de capital de las compañías⁹. También, diversos estudios ratifican la evidencia que la adopción de buenas prácticas en estándares ambientales, sociales y de gobernanza actualmente son relevantes para consumidores al decidir comprar un bien o un servicio, privilegiando adquirir productos elaborados responsablemente con el medioambiente y la sociedad¹⁰. Una forma utilizada en países desarrollados (por ejemplo EE.UU., Europa y Australia), para otorgar a las compañías la posibilidad de basar su producción en buenas prácticas socio-ambientales, que efectivamente generen un impacto positivo y a la vez poder comunicar lo anterior de manera transparente a sus consumidores, es el establecimiento de certificaciones basadas en atributos de sostenibilidad.

Lo anterior se respalda con las motivaciones que se revisaron en capítulos anteriores, ya que una de las más significativas fue la visualización de la empresa frente a los clientes, es decir el valor de marca generado por la eficiencia energética es una motivación y una línea de fomento para la eficiencia energética.

Por lo tanto, se desarrolla una estrategia de difusión enfocado en visualizar a la empresa y los proyectos que realiza. Mostrando el beneficio que esto traerá al cliente. Se pretende generar una transparencia entre el cliente y la empresa.

5.3.2.1 Cliente objetivo

En ocasiones el cliente al conocer que una empresa está generando la producción de forma eficiente energéticamente, tiende a estar dispuesto a pagar un 10% más sobre el precio por concepto de apoyo al medio ambiente. El consumidor considera un beneficio adicional a la compra, además de aceptar justo subir el precio en relación a la competencia.¹¹ (D. Abrantes Ferreira, M. Gonçalves Avila, y M. Dias de Faria, 2010, pp. 208–221.)

Por lo anterior se debe definir al cliente que está dispuesto a pagar un 10% más en la compra. Lo que se sabe de este cliente es que debe ser un gran consumidor de fruta fresca, sector consumo mayorista. Debe tener preferencia por los productos que sean sustentables y que hayan sido producidos de forma amigable al medio ambiente.

Los consumidores en ocasiones están listos para ser parte de la solución. Dos tercios de los consumidores a nivel mundial (67%) dicen que están "interesados en compartir sus ideas, opiniones y experiencias con empresas para ayudarles a desarrollar mejores productos o crear nuevas soluciones¹². Esto muestra que generar un vínculo con el consumidor es posible para conseguir un

⁹ We Mean Business, "The Climate Has Changed," 2015.

¹⁰ The Regeneration Consumer Study, "RE:THINKING CONSUMPTION consumers and the future of sustainability," The Regeneration Roadmap, p. 34, 2012.

¹¹ D. Abrantes Ferreira, M. Gonçalves Avila, and M. Dias de Faria, "Corporate social responsibility and consumers' perception of price," Social Responsibility Journal, vol. 6, no. 2, pp. 208–221, 2010.

¹² The Regeneration Consumer Study, "RE:THINKING CONSUMPTION consumers and the future of sustainability," The Regeneration Roadmap, p. 34, 2012

objetivo mayor, el cual es generar productos cada vez más eficientes y amigables con el medio ambiente. Se destaca que esto también es una estrategia de fidelización de clientes.

5.3.2.2 Promoción de la empresa y su sustentabilidad

La forma más eficiente de mostrar el trabajo que está realizando la empresa en cuanto a la eficiencia energética viene dado por dos ejes:

1. Relaciones públicas:
 - Participación en charlas y eventos asociados con Eficiencia Energética.
 - Incorporaciones a distintas certificaciones de eficiencia energética.
2. Promoción directa:
 - Venta personal: Se promocionan en forma personal las ventajas de la eficiencia energética. Esta instancia genera un mayor grado de intimidad con el cliente.

La empresa debe darse a conocer en estos ejes, es importante que la empresa pueda avalar su trabajo en cuanto a la eficiencia energética, por lo tanto, a continuación, se analizan certificaciones donde el proyecto aplica para su postulación.

5.3.2.3 Certificaciones que avalan el trabajo energético de la empresa

Sello de eficiencia energética, es un reconocimiento entregado por el Ministerio de Energía y la Agencia de Sostenibilidad Energética, a aquellas empresas líderes de los distintos sectores productivos del país, tales como transporte, industria, minería, comercio, entre otros; que demuestren un alto compromiso del directorio y/o gerencia, en materia de eficiencia energética, logrando generar una cultura organizacional sobre el buen uso de los recursos energéticos.¹³

El Sello de Eficiencia Energética se divide en tres categorías, Gold, Silver y Bronze¹⁴:

Gold: Corresponde a la máxima distinción posible, esta requiere que el postulante cuente con al menos dos medidas de eficiencia energética implementadas, junto con un sistema de gestión de energía, implementado de manera íntegra y con certificación ISO 50.001 vigente al momento de la postulación, emitido por una institución acreditada para esos efectos.

Silver: Corresponde a un reconocimiento a aquellas empresas que han logrado la implementación de un proyecto o iniciativa de eficiencia energética, y además, cuentan con un Sistema de Gestión de la Energía implementado de manera íntegra, operativo y con seguimiento de los resultados.

Bronze: Corresponde a un reconocimiento a aquellas empresas que han llevado a cabo la implementación de una medida de eficiencia energética y que cuentan con un encargado de la gestión energética en sus instalaciones.

¹³ Ministerio de energía, 2019, sello de eficiencia de energía [en línea] <http://www.selloee.cl/index.php/categorias/> [consulta: 10 junio 2019].

¹⁴ Ministerio de energía, 2019, sello de eficiencia de energía, sección categorías [en línea] <http://www.selloee.cl/index.php/categorias/> [consulta: 10 junio 2019].

El sello más apropiado para que la empresa postule es “Bronze”, ya que un recambio de sistema de refrigeración entra en el rango de llevar a cabo la implementación de una medida de eficiencia energética. La postulación y la membresía por dos años tiene un valor de CLP\$ 1.000.000.

Si se cumple un aumento del 10% en las ventas, producto de publicitar este sello, será un esfuerzo totalmente provechoso para la empresa.

Ilustración 22: Sello de eficiencia energética Bronze



Fuente: Ministerio de energía 2019.

Analizando otras certificaciones de eficiencia energética se encuentra a los acuerdos de producción limpia (APL): la producción limpia es una estrategia de gestión productiva y ambiental que permite combinar la preocupación por el entorno, la comunidad y el desarrollo sustentable.

Es un acuerdo que se toma entre la empresa y el Estado, frente a diferentes metas asignadas, por la comisión, por lo general la representación de las empresas viene dada por un gremio. Todas las metas están enfocadas en el uso adecuado de los recursos para la producción. El ahorro energético es una de las metas a conseguir.

Cumpliendo con el acuerdo, en los productos se puede agregar el logo de certificación APL (ver ilustración 23) con el cual se muestra a los consumidores lo que se está haciendo en la empresa por tener una producción eficiente.

Ilustración 23: Logo APL



Fuente: Acuerdos de producción limpia, SAG.

5.3.2.4 Conclusiones estrategia de difusión y valor de marca.

Es importante que la empresa continúe con el trabajo que está haciendo en cuanto a eficiencia energética, pues se ha visto en otros casos que realizar proyectos de eficiencia energética mejora los beneficios financieros de la empresa. Por otra parte, se debe dar a conocer lo que está haciendo en cuanto a sustentabilidad, ya que de esa forma genera una relación más fuerte con el cliente, el cual tiende a preferir a empresas amigables con el medio ambiente.

Es por lo anterior que se recomienda a la empresa visualizar la eficiencia energética que realiza mediante todos los sellos de eficiencia energética que existan, pues de esta forma podrá promocionarse y generar mayor valor a la empresa.

5.3.3 Plan financiero de recambio de sistema de refrigeración

Una de las principales barreras que presentan las empresas, para desarrollar proyectos de eficiencia energética, es la falta de financiamiento. La barrera financiera que enfrenta la industria necesita una inmediata solución. En esta sección se dará solución a esta barrera para el proyecto de recambio de sistema de refrigeración.

5.3.3.1 Opciones de financiamiento

La empresa cuenta con tres opciones de financiamiento.

1. Capital propio: La empresa se compromete con los gastos del proyecto.
2. Banco: Banco Estado en conjunto con el ministerio de energía ofrecen un crédito con una tasa un 15% más baja para proyectos de eficiencia energética.
3. Fondos gubernamentales: Corfo, para recambio por innovación ofrece hasta USD \$130.000, siempre y cuando el valor no exceda el 60% de la inversión a hacer.

5.3.3.2 Periodo de evaluación y moneda

El periodo por evaluar será el estimado de duración de un compresor, el cual es de 20 años. La moneda con la que se realizan los cálculos son pesos chilenos (CLP).

5.3.3.3 Costo del equipo

El equipo principal para el recambio del sistema viene dado por un compresor, condensador y evaporador. El costo del equipo para las cuatro cámaras de refrigeración que pretenden cambiarse es de \$ 739.880.000 (ver tabla 26).

Tabla 26: Costos sistema de refrigeración

Tipo de equipo	Costo CLP	Cantidad	Total, CLP
Tornillo amoniaco R-717	69.800.000	8	558.400.000
Condensador	20.940.000	8	167.520.000
Evaporador	1.745.000	8	13.960.000
Instalación	27.745.500	-	27.745.500
Total	120.230.500		739.880.000

Fuente: elaboración propia

5.3.3.4 Consumo eléctrico con nuevo sistema de refrigeración

El consumo anual es muy cercano al millón y medio KWh, este consumo pasado a dinero es \$ 87.902.641 por cada cámara de refrigeración (ver tabla 27). Con este valor se podrá obtener el

ahorro que genera el nuevo sistema de refrigeración, ya que se podrá comparar con el consumo del sistema de refrigeración actual.

Tabla 27: Consumo energético de una cámara de refrigeración

Cámara de refrigeración	Consumo anual (KWh)	Costo consumo anual (CLP)
Compresor amoniaco R717	754.132	45.562.407
Condensador	379.600	22.934.293
Evaporador	321.200	19.405.940
Total	1.454.932	87.902.641

Fuente: elaboración propia

A continuación, se detalla el consumo anual para las cuatro cámaras de refrigeración que tiene la empresa, se puede observar que se alcanza cerca de seis millones de KWh al año. (Ver tabla 28)

Tabla 28: Consumo energético cuatro cámaras de refrigeración

Cuatro cámaras de refrigeración	Consumo anual (KWh)	Costo consumo (CLP)
Compresor amoniaco R717	3.016.529	182.249.628
Condensador	1.518.400	91.737.173
Evaporador	1.284.800	77.623.762
Total	5.819.729	351.610.562

Fuente: elaboración propia

5.3.3.5 Ahorro generado

A modo de resumen en la tabla 29 se puede ver en la comparación, el “consumo del sistema actual”, el “costo y consumo anual del sistema con compresor de amoniaco”. El nuevo sistema genera un ahorro del 29% en consumo energético. El Payback del proyecto es elevado, esto se debe a la fuerte inversión inicial que debe hacerse. Cabe decir que si el proyecto cumple con su expectativa de vida de 20 años. El ahorro generado será de \$ 2.121.035.899.

Tabla 29: Resumen Ahorro

Consumo Anual sistema actual (KWh)	Costo total del sistema con compresor amoniaco R717 (CLP)	Consumo anual sistema con compresor amoniaco R717 (KWh)	Ahorro con recambio de sistema	Payback (años)
8.197.370	739.880.000	5.819.729	29%	5,17

Fuente: elaboración propia

5.3.3.6 Conclusiones plan financiero.

Al ver los resultados, es alentador llevar a cabo el recambio del sistema de refrigeración, pues genera un ahorro del 29%, lo cual significa que, si el sistema cumple con sus expectativas de 20 años, ahorrará cerca de dos mil millones en energía. Por otra parte, tiene un payback bastante alto, sin embargo, si la cartera de proyectos de la empresa lo permite no debiese ser un problema.

6. Conclusiones y recomendaciones

En Chile existe un problema referente a la eficiencia energética, respecto a esto se puede concluir que mientras siga existiendo una correlación entre la producción, el consumo energético y el uso de combustibles fósiles, existirá un problema, que no se puede seguir omitiendo, pues mientras más se demora en incentivar a la eficiencia energética, mayor será la mala gestión de la energía.

Existe una oportunidad en la eficiencia energética, ya que tiene un potencial económico en Chile y en el sector agroindustrial, pues en un cálculo del VAN este arroja USD 614 millones, demostrando lo lucrativo que puede llegar a ser.

En cuanto a las barreras que presenta la agroindustria se llegó a la conclusión que, las que más afectan al sector están relacionadas con la rentabilidad de los proyectos de eficiencia energética, la poca credibilidad del sector que brinda eficiencia energética y la incertidumbre de los precios de la energía, claramente estos problemas tienen solución y radica en una íntima relación entre las empresas que necesitan eficiencia energética y las empresas que brindan el servicio, básicamente es necesario que las contrapartes se conozcan y puedan retroalimentarse de información para realizar proyectos adecuados a las necesidades. En cuanto a la incertidumbre de los precios de la energía se podría abrir nuevos espacios económicos para estabilizar esta desconfianza.

Las motivaciones que tienen las empresas para desarrollar proyectos de eficiencia energética, los resultados arrojaron que las principales motivaciones eran el “ahorro de costos” y la “conciencia social, mejora de reputación y compromiso de responsabilidad social empresarial”, lo cual muestra el valor que le está dando el mercado a la imagen de las empresas que realicen eficiencia energética, hay un aumento de valor de marca por ser consciente con el medio ambiente, y esto definitivamente está llevando a que las empresas se decidan por realizar proyectos de eficiencia energética.

Toda empresa que desee desarrollar eficiencia energética debe pasar por una reestructuración interna, debe ordenarse de tal forma que toda la institución este con un objetivo claro, para que los proyectos energéticos cumplan su máximo potencial. Los primeros mecanismos para el fomento que se deben hacer son: realizar una auditoría energética y tener un encargado que lleve a cabo los proyectos. Estos dos simples pasos permitirán conocer la empresa, su potencial de ahorro y tener seguimiento de los proyectos por realizar.

La eficiencia energética es un constante ciclo de mejoramiento continuo, es necesario que se hagan auditorías energética cada cierto tiempo, análisis del consumo y evaluación de proyectos para seguir avanzando en el uso adecuado de la energía, hasta tener completamente asimilado en la empresa la eficiencia energética, ojalá con un sistema de gestión.

Finalmente, en el caso particular de una empresa tipo de la agroindustria, se mostró que el potencial de ahorro de un proyecto de eficiencia energética es rentable, 29% para el caso de recambio del sistema de refrigeración, lo cual es un ahorro de más de dos mil millones de pesos.

Como primera recomendación se debería crear un market place para el encuentro entre empresas que ofrecen proyectos de eficiencia energética y clientes potenciales que desconocen de las ventajas de la eficiencia energética. Se debe tener en cuenta la falta de información que existe en las empresas respecto a la eficiencia energética, pues es una tecnología que escasamente se implementa, a pesar de ser rentable y sustentable con el medio ambiente.

Otra recomendación es generar políticas públicas con el objetivo de reducir las barreras que presenta el mercado, si bien a través de Corfo hay un lugar para desarrollar eficiencia energética, deberían existir muchos más espacios, donde se potencie la parte financiera de los proyectos y la imagen de marca, que como se percibió es una de las principales motivaciones para hacer eficiencia energética.

Finalmente se debe recordar que el cambio climático es algo que afecta a todos y se debe rearticular completamente la forma en que se produce, se debe ser consciente de la producción y también del gasto y desperdicio que se genera, solo con este cambio cultural en las empresas se podrá mantener el nivel de producción y junto con esto un planeta sustentable.

7. Bibliografía

1. Aaker, D. y Day, G. "Investigación de Mercados". McGraw Hill, 2010.
2. Aets sudamerica S.A. y Econoler Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile[en línea]<[http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/11.Informe%20Final%20Mercado%20EE%20\(1047\).pdf](http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/11.Informe%20Final%20Mercado%20EE%20(1047).pdf)>[consulta: 13 julio 2018].
3. Araya, Paz. 2018. Herramienta para la estimación, reporte y actualización de potenciales de eficiencia energética para el sector productivo, 2017, Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.
4. Camp, R.C. (1989). Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance, Milwaukee, WI, ASQC Quality Press.
5. Cárdenas Julián. Qué es la regresión logística binaria y cómo analizarla en 6 pasos. 2014, de Networkianos. [En línea] Blog de Sociología Sitio web: <<http://networkianos.com/regresion-logistica-binaria/>>[consulta: 26 de agosto 2018].
6. Chai Kah-Hin & Yeo Catrina. 2012. Superando las barreras a la Eficiencia Energética mediante aproximamiento sistémico - Un marco conceptual (Overcoming energy efficiency barriers through systems approach—A conceptual framework).
7. D. Abrantes Ferreira, M. Gonçalves Avila, and M. Dias de Faria, “Corporate social responsibility and consumers’ perception of price,” Social Responsibility Journal, vol. 6, no. 2, pp. 208–221, 2010.
8. De Laire Michel, Fiallos Yahaira, Aguilera Ángela, 2017, Beneficios de los sistemas de gestión de energía, Agencia Chilena de Eficiencia Energética [En línea] <<https://www.guiaiso50001.cl/guia-de-apoyo/>>[consulta: 26 de marzo 2019].
9. Department of Energy and Climate Change – United Kingdom. 2014. Evaluación de barreras y drivers para la eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas (Research to Assess the Barriers and Drivers to Energy Efficiency in Small and Medium Sized Enterprises).
10. Empresa eléctrica puente alto, tarifas de suministro eléctrico, 2019 [En línea] <https://www.eepa.cl/tarifas_suministro.asp> [consulta: 20 marzo 2019].
11. Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas (realizada por el Centro de Energía de la universidad de Chile y el ministerio de energía de Chile, 2018).
12. Fleiter Tobias, Schleich Joachim & Ravivanpong Ployplearn. 2012. Energy Policy. Adopción de medidas de eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas – Un análisis empírico basado en información de auditorías energéticas en Alemania (Adoption of energy-efficiency measures in SMEs—An empirical analysis based on energy audit data from Germany).

13. Greene, William. 1999. Análisis econométricos. Madrid, Prentice-Hall.
14. Grupo disco, Mycon. 2017. Equipos, componentes y repuestos NH3 [En línea] <http://www.grupodisco.com/wp-content/uploads/FileManager/docs/CAT%C3%81LOGO%20NH3/CAT%20GRAL%20DISCO%20MYCOM%20NH3_BAJA.pdf> [consulta: 20 marzo 2019].
15. Harris Jane, Anderson Jane & Shafron Walter. 2000. Inversión en eficiencia energética: una encuesta a compañías australianas (Investment in energy efficiency: a survey of Australian firms).
16. Informe proyecto Smart energy concept [en línea] <<http://www.futurorenovable.cl/tag/http://www.futurorenovable.cl/tag/proyecto-smart-energy-concepts/>>[consulta: 26 de agosto 2018].
17. Intarcon, Calculadora de carga de refrigeración [En línea] <<http://www.intarcon.com/calculadora/calc.html>>[consulta: 20 marzo 2019].
18. Malhotra, N. “Investigación de Mercados”. Pearson Educación, 2008.
19. Ministerio de energía, 2019, sello de eficiencia de energía [en línea] <<http://www.selloe.cl/index.php/categorias/>>[consulta: 10 junio 2019].
20. Ministerio de energía. Plan de acción de eficiencia energética 2020. [en línea] <<https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/01/Plan-de-accion-de-eficiencia-energetica-2020-1-1.pdf>>[consulta: 27 junio 2018].
21. Mondéjar Jiménez José, Vargas Manuel. 2009. Construcción de un modelo para el análisis de motivaciones sobre la elección de un destino turístico [En línea] <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17322009000400003>[consulta: 10 marzo 2019].
22. Morote Salmerón José Luis. 2016. Auditorías energéticas. Definición, ámbito de actuación y normativa [En línea]<<https://ovacem.com/auditorias-energeticas-definicion-ambito-actuacion-normativa/>>[consulta: 20 marzo 2019].
23. Mundo hvcr, Tabla de temperaturas de refrigeración [en línea]<<https://www.mundohvacr.com.mx/2010/01/almacenamiento-y-refrigeracion-de-frutas/>>[consulta: 10 marzo 2019].
24. Pérez, Jaqueline, la cultura organizacional, fases del cambio, 2013, [En línea]. <<http://jacquelineperazas.blogspot.com/2013/>> [consulta: 23 junio 2019].
25. Smart energy concepts chile, 2016, [en línea] Escenario energético del sector agroalimentario <http://www.agrificiente.cl/wp-content/uploads/2016/10/160928_Informe-EE-agroalimentario_SMART-ENERGY-CONCEPTS-CHILE_kk.pdf>[consulta: 26 de agosto 2018].

26. Sigweb. Matriz de Riesgo, Evaluación y Gestión de Riesgos [en línea] <<http://www.sigweb.cl/wp-content/uploads/biblioteca/MatrizdeRiesgo.pdf>> [consulta: 18 marzo 2019].
27. The Regeneration Consumer Study, “RE:THINKING CONSUMPTION consumers and the future of sustainability,” The Regeneration Roadmap, p. 34, 2012.

8. Anexos

Anexo 1: Ítems de Encuesta

Ilustración 24: Ejemplo ítem I, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

I.- Datos de la empresa

* 1. Nombre o Razón Social de la empresa

2. Rut de la empresa (formato 11.111.111-1)

* 3. Actividad económica de la empresa

* 4. Domicilio de la empresa (Región / Comuna)

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 25: Ejemplo ítem II, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

II.- Datos del encuestado

* 6. Nombre del encuestado

* 7. Dirección de correo electrónico del encuestado

8. Nivel educacional del encuestado

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 26: Ejemplo ítem III, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

III.- Preguntas generales de Eficiencia Energética

* 13. A su juicio, ¿cuál es su nivel de conocimiento en cuanto a temas de eficiencia energética?. Donde 1 es desconoce el tema y 5 es conoce ampliamente el tema.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 27: Ejemplo ítem IV, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

IV.- Eficiencia Energética en su empresa

* 16. ¿Algún área dentro de su empresa desarrolla los temas de eficiencia energética?

SI

NO

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 28: Ejemplo ítem V, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

VI.- Acciones de Eficiencia Energética en su empresa

* 23. ¿Qué acciones de eficiencia energética se han llevado a cabo en su empresa en los últimos 4 años?

- Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía
- Realización de auditoría o diagnóstico energético en la instalación
- Capacitación de uno o más trabajadores en temas de eficiencia energética
- Implementación de proyectos de eficiencia energética
- Ninguna
- Otro (especifique)

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 29: Ejemplo ítem VI, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

VII.- Agentes con los que ha llevado a cabo acciones de Eficiencia Energética en su empresa

En base a su respuesta anterior:

* 24. ¿A través de cuál(es) agente(s) ha llevado a cabo sus campañas de concientización?

- Trabajador por iniciativa propia
- Área interna de la empresa
- Ministerio de Energía
- Agencia Chilena de Eficiencia Energética
- Organismo Internacional
- Empresa consultora externa, especifique nombres separados por ";"

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 30: Ejemplo ítem VII, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

IX.- Proyectos de Eficiencia Energética implementados en su empresa		
* 31. ¿Qué tipo de proyectos ha realizado y en qué sistemas o procesos, en los últimos 4 años?		
	Proyecto de recambio o adición de componentes	Proyecto de operación y/o mantenimiento
Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aire acondicionado / calefacción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Edificio (envolvente térmica)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caldera vapor o agua caliente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distribución vapor o agua caliente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calor directo (horno, secadores, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigeración	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 31: Ejemplo ítem VIII, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

X.- Relevancia Acciones de Eficiencia Energética					
* 32. ¿Cómo calificaría la relevancia de cada una de estas razones en su decisión de llevar a cabo acciones de Eficiencia Energética?					
	Nada Relevante	Poco Relevante	Relevante	Bastante Relevante	Muy Relevante
Ahorros de costos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Periodo de recuperación del capital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidad en la implementación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oportunidad de actualización de procesos de producción o del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Exigencias de clientes nacionales o internacionales u otro actor de la cadena de suministro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Ilustración 32: Ejemplo ítem IX, primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Empresas.

XI.- Identificación de barreras a proyectos de Eficiencia Energética

* 33. Según su opinión, ¿cuáles de las siguientes barreras dificultan o impiden la realización de proyectos de eficiencia energética?. Identifique las 5 más relevantes.

- Alto período de recuperación de la inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas
- Falta de fuentes financiamiento de las medidas de Eficiencia Energética
- Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables
- Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas
- Riesgo de falla de producción al implementar medidas de Eficiencia Energética
- Riesgo de pérdidas de calidad del producto al implementar medidas de Eficiencia Energética
- Personal no capacitado en Eficiencia Energética al interior de la planta
- Desconfianza en empresas que implementan medidas de Eficiencia Energética
- Cancelación de proyectos debido a un cambio en la operación
- Incertidumbre del precio de la energía
- Otras inversiones tienen mayor prioridad
- Consenso interno no encontrado
- Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara
- La implementación de medidas de Eficiencia Energética requiere demasiado tiempo

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

XII.- Energéticos

Sección final.

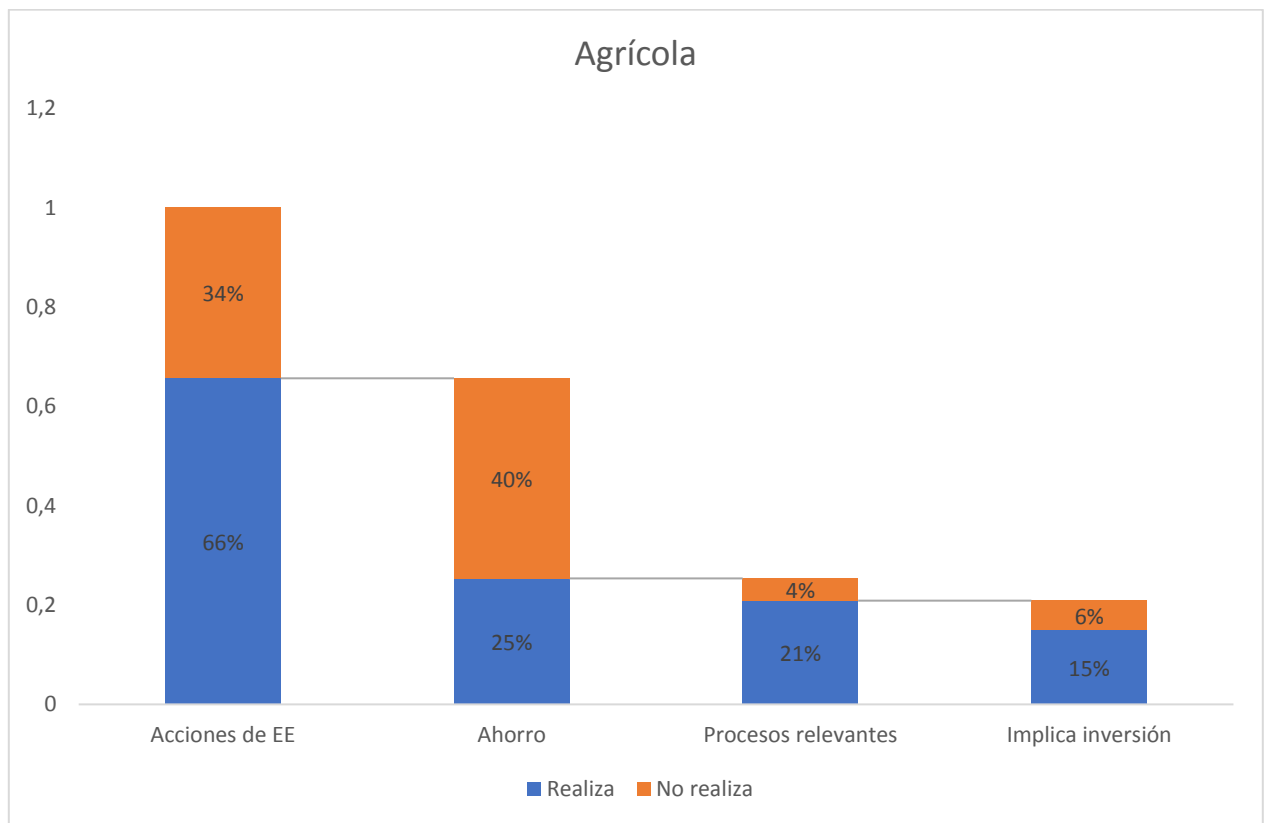
Con el objetivo de levantar información sobre el uso de energéticos de su empresa le solicitamos responder las siguientes preguntas.

* 34. ¿Cuáles son los principales energéticos que su empresa consume?

- Electricidad
- Petróleo Combustible N°5
- Petróleo Combustible N°6
- Diésel
- Gasolina
- Gas natural
- GLP
- Carbón
- Leña
- Otro (especifique)

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Anexo 2: Porcentaje de adopción de la agroindustria Chile



Fuente: elaboración propia

Anexo 3: Resultados regresión logística binaria barreras

Barreras (variables independientes)	B	ϵ	Sign.
Alto período de recuperación de la inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	0,867	0,212	0
Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables	0,993	0,236	0
Incertidumbre del precio de la energía	0,964	0,218	0
Credibilidad de niveles de ahorro esperados por la recomendación	0,913	0,229	0
Constante	-3,118	0,457	0
Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	0,72	0,208	0,001
Otras inversiones tienen mayor prioridad	0,646	0,194	0,001
Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara	0,992	0,294	0,001
Cancelación de proyectos debido a un cambio en la operación	0,89	0,349	0,011
Falta de fuentes financiamiento de las medidas de Eficiencia Energética	0,45	0,197	0,023
Otras razones económicas, técnicas, de prioridad en la organización o del consultor.	0,611	0,311	0,05
Desconfianza en empresas que implementan medidas de Eficiencia Energética	0,421	0,261	0,107
Riesgo de falla de producción al implementar medidas de Eficiencia Energética	0,433	0,294	0,14
Riesgo de pérdidas de calidad del producto al implementar medidas de Eficiencia Energética	0,513	0,379	0,176
Consenso interno no encontrado	0,403	0,31	0,193
Recomendación de medidas de Eficiencia Energética son técnicamente inviables	0,487	0,396	0,219
Competencia, credibilidad y/o neutralidad del consultor que realiza las recomendaciones	0,432	0,353	0,221
Personal no capacitado en Eficiencia Energética al interior de la planta	0,222	0,205	0,28
Desconocimiento de proveedores o consultores que implementen medidas	-0,231	0,249	0,352
Insuficiente conocimiento para la implementación de medidas de Eficiencia Energética	0,171	0,22	0,436
La implementación de medidas de Eficiencia Energética requiere demasiado tiempo	-0,044	0,326	0,892

Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Ejemplo de política energética

[LA ORGANIZACIÓN], una empresa dedicada a la elaboración de productos alimentarios asume el compromiso para alcanzar un mejoramiento en su desempeño energético, lo cual se materializa a través de esta Política que establece los siguientes principios:

1. Cumplir con los requerimientos legales y otros, suscritos por la organización, relacionados con el uso y consumo de energía y eficiencia energética.
2. Establecer, implementar y mantener objetivos de energía desafiantes y compatibles con el resto de los objetivos de la organización, asegurando la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzarlos, integrando el desempeño energético en las decisiones estratégicas del negocio.
3. Alcanzar el mejoramiento continuo en el desempeño energético en todas las actividades de la organización, a través de la definición de estándares exigentes de uso y consumo de energía, compra de productos, equipos y servicios energéticamente eficientes, compatibles con las directrices establecidas por la organización.
4. Promover la reducción de gases de efecto invernadero, privilegiando la producción, compra y uso de la energía proveniente de fuentes con menor emisión de estos gases y en términos comercialmente aceptables.
5. Asegurar que todas las personas que trabajan en la organización o para ella, relacionadas a los usos significativos de energía, cuentan con las competencias adecuadas para desarrollar una conducta responsable en el uso y consumo de la energía y promover la creatividad e innovación tecnológica en este ámbito.
6. Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de energía basado en estándares internacionales, integrado a la gestión global de la empresa

Anexo 5: Evaluación económica de mecanismos que fomentan la eficiencia energética.

En la siguiente sección se estimarán los costos de implementación de los mecanismos con el fin de poder obtener la acción más eficiente en función de su costo.

Realización de auditoría o diagnóstico energético en la instalación

Para estimar el cálculo de una auditoría, se utilizaron datos de la tesis de Samir Sepúlveda¹⁵, cabe mencionar que este valor corresponde a una auditoría de primera inspección en la empresa, con el propósito de evaluar el potencial energético que es posible ahorrar.

Tabla 30: Costo auditoría

Costos	valor CLP\$
Auditoría	2.500.000

Fuente: elaboración propia

Política energética

El costo de estimación de una política energética dentro de una empresa mediana y pequeña va a ser calculado como un porcentaje de horas correspondiente a la implementación de un sistema de gestión energética. Para este caso, se considerará tres meses de trabajo correspondiente a la primera etapa de la implementación de un sistema de gestión energética.

Tabla 31: Costo Política energética

	Alta gerencia	Representante alta gerencia	Líder del equipo SGE	Encargado de SGE	Consultor externo	Total
Valor Hora CLP\$	22.500	13.750	13.750	9.375	9.375	68.750
Horas trabajadas	8	24	50	50	82	214
Total CLP\$	180.000	330.000	687.500	468.750	768.750	2.435.000

Fuente: elaboración propia

Planificación energética

La planificación energética corresponde a la segunda etapa en la implementación de un sistema de gestión energética, en tiempo, corresponde a cuatro meses aproximadamente.

¹⁵ Samir Ismael Sepúlveda Sepúlveda. (2016). Elaboración de un plan de negocios para la implementación de una empresa de servicios de eficiencia energética para el sector industrial chileno y latinoamericano. 2019, de Universidad de Chile Sitio web: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/143064>

Tabla 32: Costo Planificación energética

	Alta gerencia	Representante alta gerencia	Líder del equipo SGE	Encargado de SGE	Consultor externo	Total
Valor Hora CLP\$	22.500	13.750	13.750	9.375	9.375	68.750
Horas trabajadas	52	124	150	180	310	816
Total CLP\$	1.170.000	1.705.000	2.062.500	1.687.500	2.906.250	9.531.250

Fuente: elaboración propia

Encargado exclusivo de eficiencia energética dentro de la empresa

Para realizar las labores requeridas para organizar, manejar y desarrollar proyectos de eficiencia energética dentro de una empresa con un solo encargado de este trabajo, se consideró un ingeniero nivel B, es decir que posee al menos cinco años de experiencia en el campo a desarrollar. Se considera este tipo de trabajador ya que a falta de una estructura general que desarrolle eficiencia energética, se requiere de alguien que conozca del tema y esté capacitado para su desarrollo.

Tabla 33: Costo encargado exclusivo de EE.

Costos	Valor mensual CLP\$	Valor anual CLP\$
Inmobiliario	39.580	474.960
agua	30.000	360.000
Luz	100.000	1.200.000
telefono e ir	50.000	600.000
Renta	297.000	3.564.000
sueudos	2.000.000	24.000.000
Total	2.516.580	30.198.960

Fuente: elaboración propia

Indicadores y metas fijados

Para la estimación de los costos de generar indicadores y metas fijados se usará como medida las horas invertidas en el trabajo de desarrollarlas, usando como base la información que se tiene de la verificación en un sistema de gestión energética, es decir que se tomaran la creación de indicadores y metas como un porcentaje del trabajo de integrar un sistema de gestión energético como ISO 50.001.

Tabla 34: Costo de implementación de indicadores y metas fijados

	Alta gerencia	Representante alta gerencia	Líder del equipo SGE	Encargado de SGE	Consultor externo	Total
Valor Hora CLP\$	22.500	13.750	13.750	9.375	9.375	68.750
Horas trabajadas	12	30	20	20	44	126
Total CLP\$	270.000	412.500	275.000	187.500	412.500	1.557.500

Fuente: elaboración propia

Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía

El enfoque que se dará en esta memoria a las campañas de concientización vendrá dado por los siguientes parámetros, primero se considerará campañas que sean hechas por la empresa para la

educación de los trabajadores, por ejemplo, se considera campaña, el capacitar a los trabajadores en el ahorro de la energía, así como pegar pancartas de buenas prácticas dentro de la empresa, tales que incluyan información como no usar el aire acondicionado con las puertas abiertas. Para el cálculo del costo que esto implica para la empresa, se basará en el desarrollo de un proyecto de eficiencia que se enfoque en la conducta del equipo de trabajo.

Tabla 35: Costo campañas de concientización empresa mediana

Campañas de concientización a trabajadores de uso eficiente de la energía CLP\$	3.600.000
---	-----------

Fuente: Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Sistema de gestión de energía

Para calcular el costo de implementación de un sistema de gestión de energía utilizaremos como referencia ISO 50.001 (Organización Internacional para la Estandarización) y se tomará como base para calcular, la cantidad de horas invertidas de trabajo para levantar un sistema de gestión de energía, basándose en la guía ISO 50.001, emitida por la agencia chilena de eficiencia energética.

Según la guía, un sistema de gestión de energía se puede dividir en cuatro grandes etapas.

1. Análisis de brechas y plan de acción.
2. Diseño de modelo de gestión de energía.
3. Implementación de sistemas de gestión de energía.
4. Verificación integral del sistema de gestión de energía.

Cada etapa tiene asociado una cantidad de tiempo para completar el proceso (ver ilustración 34), tomando un total de seis a doce meses.

Ilustración 34: periodos de implementación SGE, ISO 50.001



Fuente: Guía de implementación ISO 50.0001

Para estimar los costos por medio de las horas involucradas en el proceso, se necesita tener estimado las personas que trabajaran en el SGE, por lo que se propone el siguiente organigrama

Ilustración 35: Organigrama propuesto para estimar costos de implementar SGE



Fuente: Guía de implementación ISO 50.0001

Con el organigrama se puede estimar cuantas horas trabajara cada involucrado, para finalmente calcular el costo del trabajo.

Tabla 36: Horas trabajadas en el proceso SGE

	Alta Gerencia	Representante Alta Gerencia	Líder del Equipo SGE	Encargado de SGE	Consultor Externo	Total
Etapa 1: Análisis de Brechas y Plan de acción	8	24	50	50	82	214
Etapa 2: Diseño SGE	52	124	150	180	310	816
Etapa 3: Implementación SGE	20	152	180	200	152	714
Etapa 4: Verificación Integral	12	30	20	20	44	126
Total	92	330	400	450	588	1870

Fuente: Guía de implementación ISO 50.0001

Finalmente considerando el valor de una hora de trabajo para cada involucrado se obtiene que el valor para implementar un SGE en una empresa de estas características (mediana y pequeña) es de \$21.838.750

Tabla 37: Costo implementación SGE en CLP\$

	Alta gerencia	Representante alta gerencia	Líder del equipo SGE	Encargado de SGE	Consultor externo	Total
Valor Hora CLP\$	22.500	13.750	13.750	9.375	9.375	68.750
Horas trabajadas	92	330	400	450	588	1.860
Total CLP\$	2.070.000	4.537.500	5.500.000	4.218.750	5.512.500	21.838.750

Fuente: elaboración propia

Curso de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética

En el catálogo de cursos que tiene la agencia chilena de eficiencia energética, algunos son de pago y otros son gratuitos. Para esta memoria se contemplarán los cursos de pago.

Tabla 38: Costo curso de la agencia chilena de eficiencia energética

Valor curso completo CLP\$	337.000
----------------------------	---------

Fuente: elaboración propia