

2017

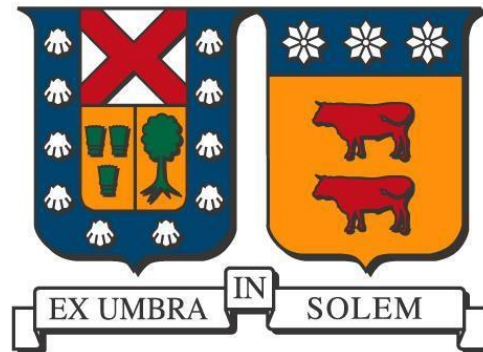
LEVANTAMIENTO Y ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGETICA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE VINOS

AROS SEPÚLVEDA, DANIEL ANDRÉS

<http://hdl.handle.net/11673/23030>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
VALPARAISO – CHILE



LEVANTAMIENTO Y ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGETICA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE VINOS

DANIEL ANDRÉS AROS SEPÚLVEDA

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL MECÁNICO**

PROFESOR GUÍA: Ing. RAFAEL MENA YANNSEN.

PROFESOR CORREFERENTE: Dr. - Ing., MARIO TOLEDO TORRES.

Julio-2017

Agradecimientos

A mi familia, pilar fundamental durante toda mi estadía universitaria, sin la cual no podría haber llegado a estas instancias.

A los profesores de todos los departamentos que ayudaron en mi formación como Ingeniero, en especial a los que me ayudaron y apoyaron en los momentos más importantes y me dieron la oportunidad para poder seguir adelante en esta etapa de mi vida.

A mis amigos, polola y gente que formaron parte de este proceso, porque cada situación vivida por más mínima que parezca han ayudado a formarme como persona y siempre he pensado que de toda experiencia vivida, ya sea buena o mala, ayuda a nuestro crecimiento personal.

Dedicatoria

Dedicado a todas las personas que por
Diferentes motivos se ven
perdidos en su camino y a pesar de
esto no se dan por vencidos en
alcanzar sus metas.

*“Un camino de mil millas comienza
siempre con un paso”*

Resumen

El presente trabajo realizado consiste en un estudio de eficiencia energética en los procesos que requieren de un suministro tanto eléctrico como de combustible y que son necesarios al momento de la elaboración del vino.

Para este estudio se realizó un levantamiento de información de los equipos y sistemas que se utilizan actualmente en la Viña San Pedro Tarapacá Isla de Maipo (de ahora en adelante nos referiremos a ella como VSPT); con esta información se procedió a cuantificar las pérdidas de energía por la ineficiencia de estos mismos. La información fue obtenida por medio de mediciones directas de consumos de energía, también se utilizó información entregada por la empresa como la cantidad de compra mensual de combustible, facturas eléctricas y de estudios previos.

Con los datos obtenidos se realizaron balances de energía basados en:

- Pérdidas de calor por conceptos de aislación de equipos
- Pérdidas energéticas por procesos funcionando con poca eficiencia
- Reutilización de energía de un proceso en otro.
- Implementación de nuevas tecnologías.

Luego de realizado el estudio de eficiencia energética, se logró determinar cómo se puede usar de manera más eficiente la energía necesaria en los distintos procesos obteniendo así un ahorro en los consumos para los mismos niveles de producción. Implementando todos los sistemas se puede llegar a obtener ahorros entre un 3 - 4 % en el consumo de energía, con lo que se demuestra la viabilidad económica de aplicar la eficiencia energética para la empresa llegando a obtener un ahorro monetario anual de \$ 3.600.000 CLP con un tiempo de retorno de 4 años.

Abstract

The present work performed consists in a study of energy efficiency in all processes that require both electric and fuel supply and which directly or indirectly influence in the wine fabrication.

For this study, it was proceeded to make an information-collecting process about system and equipment that are used at present on the San Pedro Tarapaca Isla de Maipo vineyard, in order to evaluate the potential of each of these in the efficiency terms. The information was obtained by the direct measurement of energy consumption. It was also used information obtained by VSPT like amount of monthly purchase of oil, electric bills and studies performed previously by them.

With the data obtained, energy calculations were performed based on:

- Loss of heat due to equipment insulation.
- Energy losses due to inefficient processes
- Reuse of energy from one process to another
- Implementation of new technologies

After the energy efficiency study was carried out, it was possible to determine how the energy needed in the different processes can be used more efficiently obtaining savings in consumption for the same levels of production. Implementing all systems can achieve savings of 3-4 % in energy consumption, which demonstrates the economic feasibility of applying energy efficiency for the company and get an annual savings of 3,600. 000 CLP with a return time of 4 years

Glosario

VSPT: Viña San Pedro Tarapacá

ANESCO: Asociación nacional de empresas de Eficiencia energética

EE: Eficiencia Energética

Tcal: Tera Calorías

PIB: Producto Interno Bruto

CDEC SIC: Centro de despacho Económico de carga del sistema interconectado central

GEI: Gases de Efecto invernadero

IEA: International energy agency

GgCO₂eq: Giga gramo de CO₂ equivalente

Sch: Schedule

kg: Kilogramo

kj: Kilo Joule

m: Masa

h : Entalpia

h_{vap} : Entalpia de vaporización

kW: Kilo Watts

COP: Coefficient of performance

A: Área superficial

T_w : Temperatura en la pared

T_∞ : Temperatura ambiente

k: Coeficiente de conducción

Cp: Coeficiente de calor específico

T: Temperatura

Q: Calor

GLP: Gas licuado de petróleo

CLP: Pesos Chilenos

ERNC: Energías renovables no convencionales

SIC: Sistema interconectado central

Índice

Agradecimientos	ii
Dedicatoria	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Glosario	vi
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	12
1.1 Introducción a la Eficiencia Energética	12
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo General	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO 2: CONTEXTO ENERGETICO EN CHILE	15
2.1 Antecedentes de políticas energéticas	15
2.2 Evolución de la demanda Energética	16
CAPÍTULO 3: IMPACTOS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA	18
3.1 Eficiencia Energética y la Economía	18
3.2 Eficiencia energética y el medio ambiente	19
CAPÍTULO 4: VIÑA SAN PEDRO TARAPACÁ	22
4.1 VSPT Isla de Maipo	22
4.2 antecedentes de la planta	23
4.2.1 Descripción del proceso productivo	23
4.2.1.1 Cosecha y tratamiento de la uva	23
4.2.1.2 Fermentación y obtención del vino	24
4.2.1.3 Embotellado del vino	24
4.2.2 Disponibilidad energética y servicios	25
4.2.3 Consumos energéticos en VSPT	26
CAPÍTULO 5: CARACTERIZACION DE EQUIPOS	29
5.1 Equipos con potencial de Eficiencia Energética	29
5.1.1 Sistema de <i>CO2</i>	31
5.1.2 Aislamiento Equipos de Frio	33
5.1.3 Automatización de bombas	35

5.1.4 Recuperador de calor de compresores	36
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGETICA.....	38
6.1 Equipo de <i>CO2</i>	38
6.2 Aislamiento Cubas de Frio.....	40
6.2.1 Aislamiento Zona Taller	42
6.2.2 Aislamiento Zona Nave 2.....	43
6.3 Automatización de Bombas	43
6.4 Recuperador de calor de compresores	45
CAPÍTULO 7: ANÁLISIS ECONÓMICO	50
7.1 Costos de implementación.....	50
7.2 Ahorros por implementación de Eficiencia Energética	53
CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
CAPÍTULO 9: Conclusiones y comentarios.....	56
BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXOS	59
Anexo 1.....	59
Anexo 2.....	60
Anexo 3.....	65
Anexo 4.....	65

Índice de Figuras

Figura 1: Ejemplificación de la aplicación de eficiencia energética	13
Figura 2: Evolución del consumo final en Chile entre 2004-2014 en Tcal	16
Figura 3: Total consumo final de Energía por sector en Chile en Tcal.	17
Figura 4: Índice de consumo final de Energía y PIB.....	18
Figura 5: Escenarios de matrices eléctricas en el mundo al 2050.....	20
Figura 6: Emisiones de Gg Co2eq	20
Figura 7: Esquema de producción de vino en VSPT	25
Figura 8: Consumo Energético global de instalaciones en kWh.....	28
Figura 9: esquema de mejora continua.....	30
Figura 10: Instalación Equipo de Co2	31
Figura 11: Cubas de frio sin aislar	33
Figura 12: Bomba Pedrollo Modelo CP 220A	35
Figura 13: Compresor Atlas Copco Modelo GA 55 VSD	37
Figura 14: Diagrama general de transferencia de calor	41
Figura 15: Diagrama de flujo compresor con recuperador de calor	45
Figura 16: Porcentaje en el ahorro por aplicar Eficiencia Energética	54
Figura 17: Emisiones anuales de Co2eq	55

Índice de Tablas

Tabla 1: Consumos Energéticos VSPT Isla de Maipo	27
Tabla 2: Consumo de CO2 primer cuatrimestre 2016.....	38
Tabla 3: Entalpias del CO2 en diferentes condiciones	39
Tabla 4: Ahorro de Energía anual Zona taller	42
Tabla 5: Ahorro de Energía anual zona nave 2	43
Tabla 6: Ahorro diario estimado por bomba	44
Tabla 7: Suministro de Energía desde el compresor al agua.....	47
Tabla 8: Calculo Ahorro mensual de GLP	48
Tabla 9: Resumen ahorro energético anual por sistema	49
Tabla 10: Costos trabajo en equipo de CO2	50
Tabla 11: Costos de aislación térmica	51
Tabla 12: Costos de automatización.....	52
Tabla 13: Costos trabajos Recuperador de calor.....	53
Tabla 14: Análisis económico y tiempos de retorno de inversión	53

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción a la Eficiencia Energética

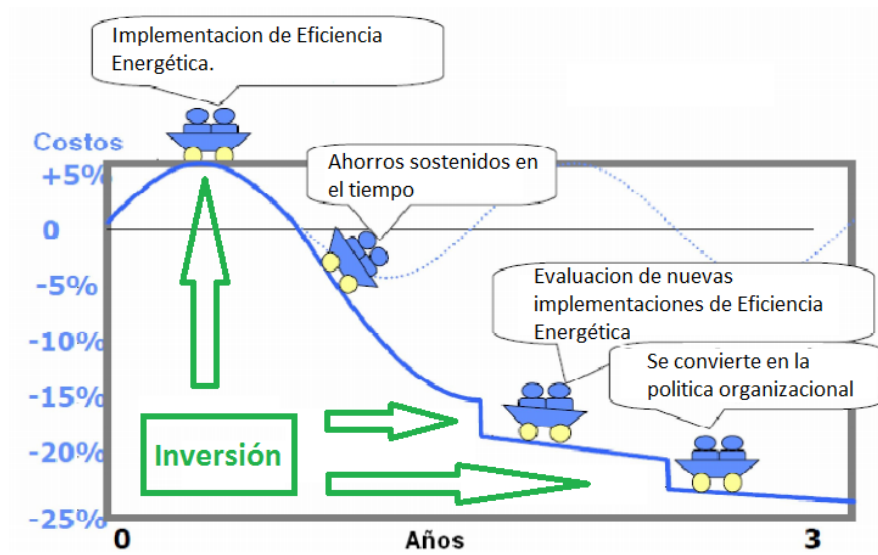
La eficiencia energética se define como: *“razón u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, bienes o energía y una entrada de energía”* (Instituto nacional de normalización, 2011). La aplicación de estudios de eficiencia energética busca la reducción en la relación entre el resultado de un proceso y la energía requerida para estos, es decir, disminuir el consumo de energía en los distintos procesos manteniendo los mismos servicios energéticos, asegurando un abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Los problemas en el abastecimiento de gas natural debido a la crisis que ha vivido argentina en la última década, la dependencia, variación en los precios y disponibilidad del petróleo a nivel mundial (ya que Chile importa alrededor del 98% del petróleo que utiliza) en conjunto con los cambios climáticos que han repercutido en largos periodos de sequía en nuestro país, han afectado nuestra forma de producir electricidad debiéndose así introducir formas de producción cada vez más costosas y en algunos casos con impacto social, abriéndose así el debate con respecto a las políticas de eficiencia energética proporcionándole cada más una mayor importancia a estas.

Chile se encuentra entre los países en donde las empresas pagan un valor más alto por unidad de energía (World Economic Forum, 2017) debido a esto la aplicación de la eficiencia energética cada vez se hace más importante, pudiéndose obtener como beneficio una reducción en los costos de producción el cual puede estar ligado también a una mejora ambiental dándole una mayor importancia a estas prácticas, las cuales por sus impactos han llegado a convertirse en políticas de estado, beneficiándose así en la atenuación de la creciente demanda de energía a nivel país, colaborando con la reducción en la dependencia de recursos energéticos importados, aumentando la

estabilidad y seguridad en el suministro energético y disminuyendo emisiones de gases de efecto invernadero al producir una misma cantidad de energía con menos recursos.

Figura 1: Ejemplificación de la aplicación de eficiencia energética



Fuente: ISO 50.001-Energy Management System, Aimee McKane, 2010

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es realizar un levantamiento de los equipos presentes en la empresa VSPT. Con el fin de realizar un estudio de eficiencia energética para obtener una mejora en el rendimiento del proceso, logrando una mayor eficiencia a nivel global y reduciendo los costos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- Realizar levantamiento de los equipos y del proceso en la fabricación de vino.
- Caracterizar equipos en lo que respecta a consumos eléctricos y pérdida de energía
- Cuantificar cuanta energía se pierde por ineficiencia de los sistemas.
- Buscar distintas alternativas para poder reutilizar la energía que se pierde y buscar alternativas para disminuir consumos eléctricos sin afectar la producción.
- Analizar la posibilidad de implementar ERNC.
- Analizar impacto ambiental al aplicar Eficiencia Energética.
- Cuantificación del ahorro energético a obtener por implementar las alternativas investigadas, validando técnicamente su factibilidad y verificando cuales son económicamente viables.

CAPÍTULO 2: CONTEXTO ENERGETICO EN CHILE

2.1 Antecedentes de políticas energéticas

A nivel país, las primeras políticas de eficiencia energética se dio en el año 2005 con la creación del Programa País de Eficiencia Energética de la Comisión Nacional de Energía, la cual se basa en acciones previas de un gran número de instituciones y empresas. El objetivo de este programa era facilitar la información e interacción de las empresas implementando algunas medidas concretas y constituir el primer paso hacia un sistema nacional con políticas a mediano y largo plazo.

Luego en el 2007 surge ANESCO Chile, la cual es la primera asociación de empresas de eficiencia energética en el país, esto a partir del programa de Energías Limpias de fundación Chile y el Banco Interamericano de Desarrollo.

En el 2010 se crea el Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética dependientes del ministerio, organismo de naturaleza público-privado el cual actúa como coordinador entre el mercado y el Estado.

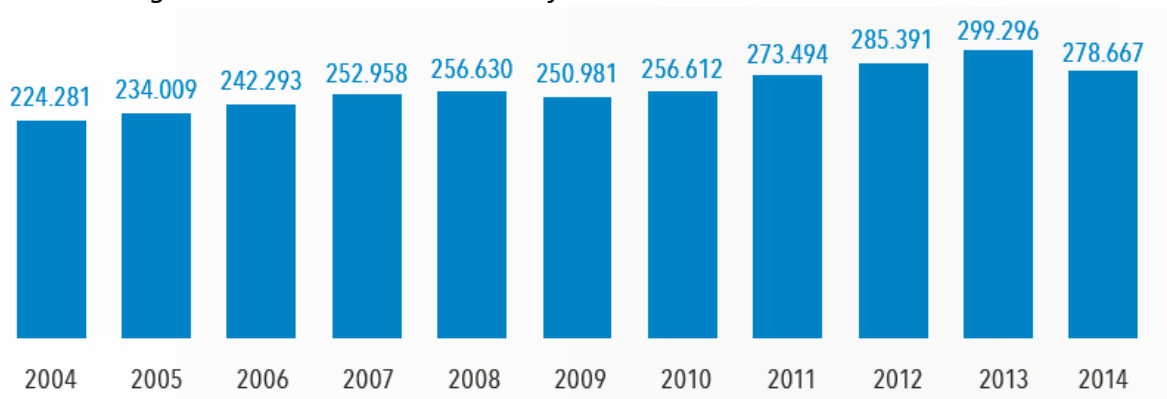
El constante crecimiento en la industria chilena como de la demanda de energía, que en conjunto con el calentamiento global y la contaminación han hecho que el gobierno fomente y busque soluciones que se vinculen con la eficiencia energética, es por esto que en el 2012 se dio a conocer la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030 que se basa en 6 pilares fundamentales:

- Crecimiento con Eficiencia Energética (EE): Una Política de Estado
- Despegue de las Energías Renovables No Convencionales: Un Desafío Pendiente
- El Rol de las Energías Tradicionales: Mayor Preponderancia al Recurso Hídrico, Menor Dependencia Externa
- Nuevo Enfoque en Transmisión: Hacia una Carretera Eléctrica Pública
- Hacia un Mercado Eléctrico más Competitivo
- Avance Sostenido en las Opciones de Interconexión Eléctrica Regional

2.2 Evolución de la demanda Energética

A medida que el país crece el consumo de energía tiende a tener el mismo comportamiento, por lo que desde el año 2004 hasta el 2014 el aumento en el consumo de energía total a nivel país para todos los sectores involucrados ha sido de un 24,2% alcanzando un total de 278.667 Tcal.

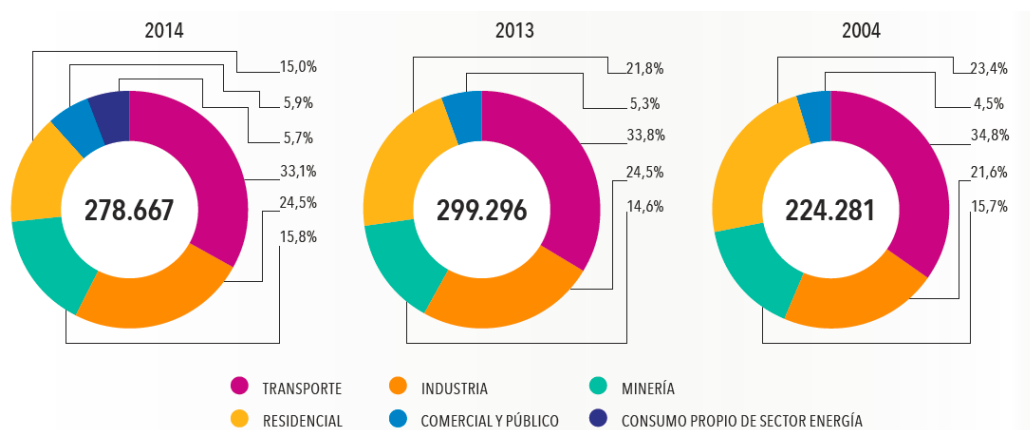
Figura 2: Evolución del consumo final en Chile entre 2004-2014 en Tcal



Fuente: Balance Nacional de Energía, ministerio de Energía

Este consumo de energía a nivel país lo podemos dividir por sector para así conocer la participación de la industria sobre este recurso. En el 2014 los sectores que más energía demandaron fueron el transporte (33%), la industria (25%), Minería (16%) y el consumo residencial (15%). La energía restante consumida se dividió entre el sector comercial, público y el consumo propio del sector Energía (Ministerio de Energía, 2015, pág. 130).

Figura 3: Total consumo final de Energía por sector en Chile en Tcal.



Fuente: Balance Nacional de Energía, Ministerio de Energía

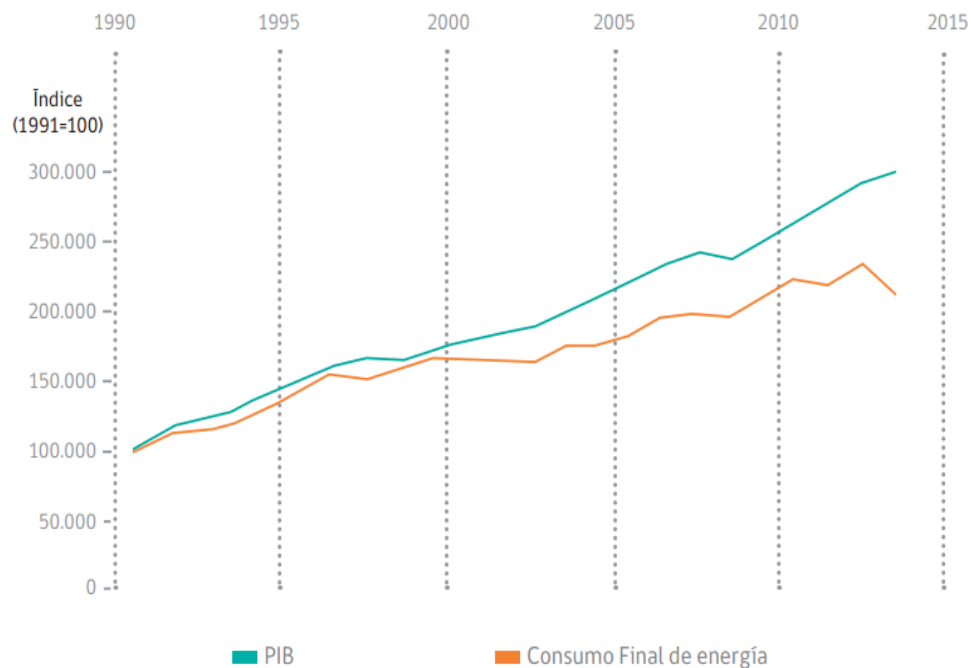
Como se puede observar, desde el 2004 hasta el 2014 el consumo total de Energía a nivel país ha aumentado un 24,2%, mientras que el consumo del sector industrial desde el 2004 hasta el 2014 aumento un 40.93%, demostrando que existe una creciente demanda energética en este sector.

CAPÍTULO 3: IMPACTOS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA

3.1 Eficiencia Energética y la Economía

Es sabido que el desarrollo de un país depende del consumo de energía, a nivel mundial hay una tendencia de que un aumento en la actividad económica de un país repercute directamente en el aumento de consumo de energía de este mismo, es debido a esto que nos enfocamos en el PIB, el cual es un indicador del crecimiento y lo relacionaremos con el consumo total de energía.

Figura 4: Índice de consumo final de Energía y PIB



Fuente: Energía 2050, política energética de Chile

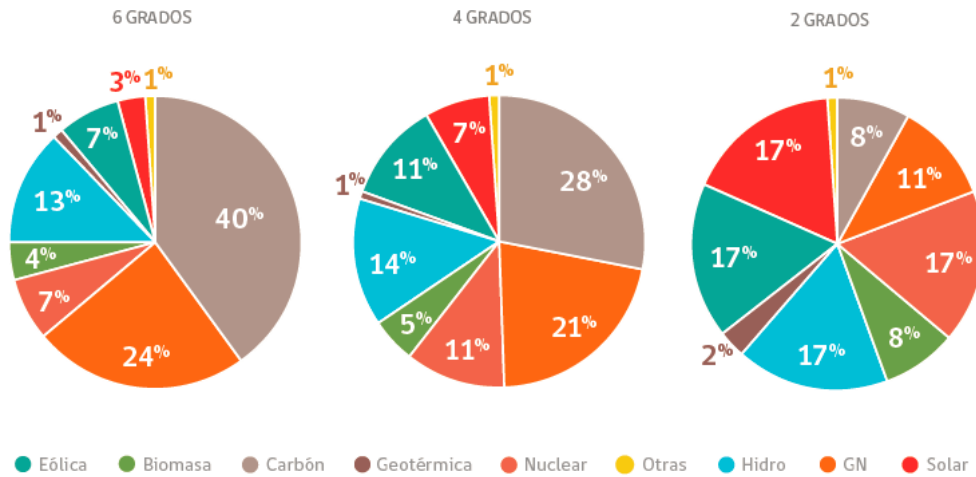
Debido a las políticas que se han estado implementando en Chile en los últimos años, las cuales buscan una optimización de la utilización de los recursos energéticos en las empresas se puede observar en la gráfica que desde el año 2010 el crecimiento del PIB se ha mantenido constante, mientras que el consumo de energía ha tenido un crecimiento menor, aun así es esperable que el consumo de energía siga en aumento ya que Chile cuenta con un consumo per cápita de energía menor al de los países que cuentan con un mayor nivel de desarrollo económico (CDEC SIC, 2015), es sobre este mismo escenario donde surgen los desafíos para poder seguir en desarrollo tomando en cuenta los impactos ambientales y sociales que este conlleva.

3.2 Eficiencia energética y el medio ambiente

Como se mencionó con anterioridad, la eficiencia energética no solo tiene un impacto económico en la sociedad sino que también un impacto ambiental. De acuerdo a estadísticas del World Resources Institute para el año 2007 Chile no es un emisor relevante a nivel mundial ya que representó sólo el 0,26% de las emisiones de GEI (excluido uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura), situándose en el lugar 44 de mayor a menor emisor entre 186 países (World Resources Institute, s.f.), Aun así la mitigación de los GEI es un factor importante a nivel global ayudando así a limitar el calentamiento global, según la IEA para el año 2050, siguiendo el camino actual de la utilización de recursos la temperatura a nivel global aumentaría en 6°C, para abordar este problema la 21^a conferencia de las partes de la convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático que se llevó a cabo en diciembre del 2015, buscó alternativas para disminuir las emisiones de GEI y así limitar el aumento de temperatura global en 2°C (Ministerio de Energía, 2014, pág. 31).

Para poder lograr esto la IEA estima que para el 2050 la matriz energética debiese cambiar aumentando la participación de fuentes de energías renovables como también un aumento significativo en la aplicación de Eficiencia Energética.

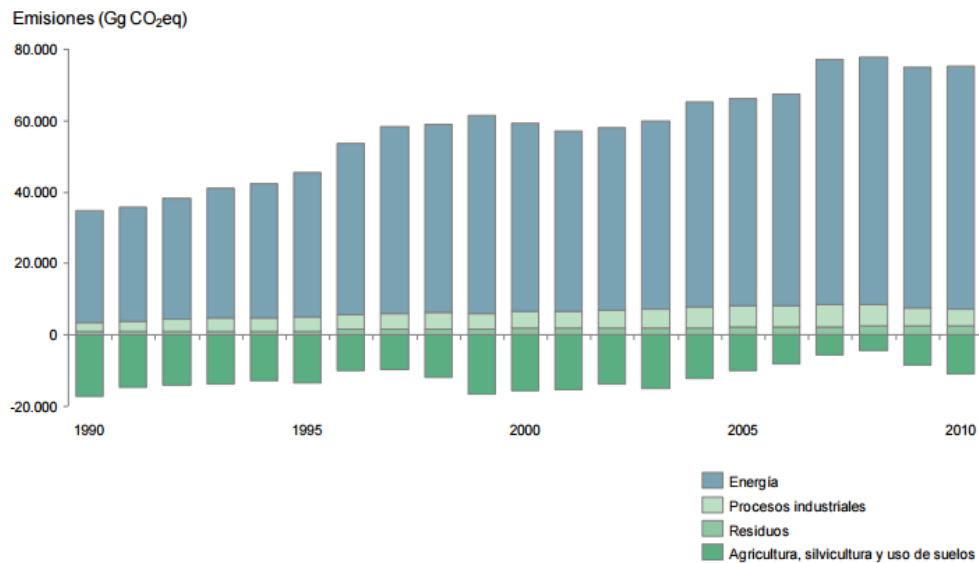
Figura 5: Escenarios de matrices eléctricas en el mundo al 2050



Fuente: International Energy Agency, IEA

En Chile el sector que más aporta en las emisiones de GEI es el sector Energía, el cual se compone principalmente por la quema de combustibles fósiles en la industria química, minería no férrea, industria hierro y acero, industria de alimentos y bebidas, entre otros.

Figura 6: Emisiones de Gg Co2eq



Fuente: Banco mundial, Análisis BCG

El sector energía, que es el que nos interesa, ha tenido un aumento de un 4% anual en sus emisiones de GEI alcanzando el 2010 un total de 67.900 Gg Co_2_{eq} , de estas emisiones un 21% corresponde al sector industrial el cual se compone principalmente por la quema de combustibles fósiles (The Boston Consulting Group, 2013), es en este contexto que se busca constantemente el mejor uso de las energías teniendo como alternativas las energías renovables y la aplicación de Eficiencia Energética.

CAPÍTULO 4: VIÑA SAN PEDRO TARAPACÁ

4.1 VSPT Isla de Maipo

Viña San Pedro Tarapacá fue fundada en el año 1865. En la actualidad la compañía es el resultado de la fusión de los grupos de Viña San Pedro y Viña Tarapacá realizada en el año 2008. La división ubicada en Isla de Maipo cuenta con una extensión de 2.600 hectáreas, donde se considera que nació la industria del vino chileno por su clima mediterráneo, dedicándose a la elaboración y comercialización en más de 60 países de vinos finos, su principal producto es el Gran Reserva con sus etiquetas Blanca, Azul y Negra.

Dentro de los suministros de energía con los que cuenta la empresa, podemos considerar 3 fuentes principales las cuales son energía eléctrica, petróleo y gas natural. La energía eléctrica es suministrada por la empresa CGE perteneciente a la comuna de Maipo, el gas natural es comprado a la empresa GASCO y almacenado en estanques contenedores utilizándose principalmente para 3 calderas a gas con las que cuenta la empresa, por último el petróleo, que es comprado a COPEC y se utiliza principalmente para el funcionamiento de una caldera de vapor que funciona de 2 a 3 veces por semana por una extensión de 8 horas aproximadamente y también en el periodo Vendimia, en el cual se utiliza para el funcionamiento de 2 grupos electrógenos con los que cuenta la empresa.

4.2 antecedentes de la planta

Dentro de VSPT existen 4 áreas que intervienen en la producción del vino, cada una con su personal y recursos independientes, pero que necesitan trabajar en conjunto para la obtención del producto final, estas áreas son:

- Áreas de cultivo
- Enología
- Suministros
- Producción

4.2.1 Descripción del proceso productivo

En el proceso productivo tenemos tres etapas importantes, primero es la cosecha de la uva y su tratamiento hasta ser almacenado seguido por el proceso de fermentación del jugo obtenido para finalmente ser embotellado dejado listo para su venta.

4.2.1.1 Cosecha y tratamiento de la uva

La cosecha de la uva comienza en el periodo de vendimia, momento en cual se realiza el corte de los racimos de uva de los campos para ser transportados en camiones hacia el patio de vendimia, lugar donde se da comienzo al proceso de estrujado el cual consiste en romper el hollejo de la uva liberándose así el jugo de esta, luego de esto se procede a retirar la estructura vegetal del racimo conocido como escobajo o raspón eliminando así los olores y sabores herbáceos del vino a producir dejando una mezcla de jugo de uva con hollejos, esta mezcla se vuelve a procesar en un separador el cual nos permite obtener el mosto retirando los hollejos por completo, Una vez obtenido el mosto se procede a la siguiente etapa del proceso.

4.2.1.2 Fermentación y obtención del vino

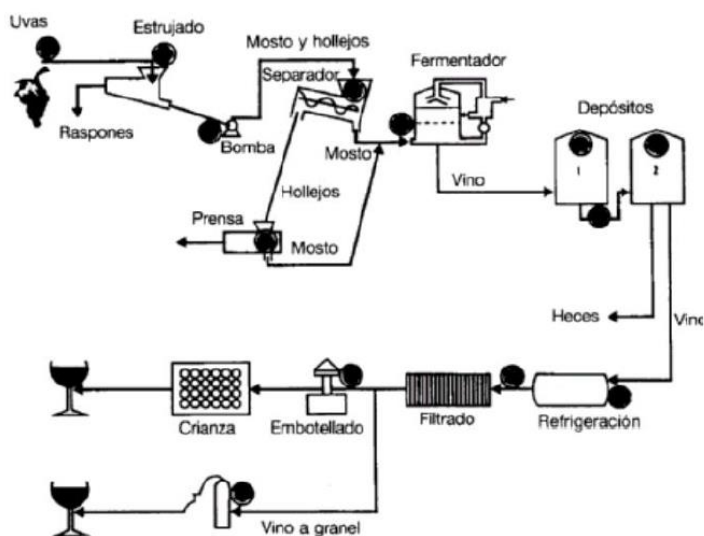
El proceso de fermentación comienza cuando el mosto es introducido en las cubas de fermentación, proceso que tiene como fin transformar la azúcar contenida en el mosto en alcohol obteniéndose así el vino, es en este proceso en donde interviene el área de suministros entregando agua a 60°C, la cual circula por medio de chaquetas que recubren las cubas de fermentación logrando obtener un control continuo en la temperatura del vino, Luego de este proceso el vino se hace reposar en depósitos cuya función separar las heces producidas el momento de reposar el vino, en esta se sigue controlando la temperatura del vino por medio del suministro de agua caliente, finalmente el vino se almacena en las barricas las cuales deben estar a una temperatura controlada no mayor a 15°C, por lo que el área de suministros debe entregar agua a 6°C para poder refrigerar las naves en donde el vino es almacenado quedando listo para su proceso de embotellado.

4.2.1.3 Embotellado del vino

Es en este punto en donde el vino almacenado en las barricas es introducido dentro las botellas para su posterior venta, el vino que se encuentra almacenado se hace circular por unos filtros cuya función es terminar de limpiar el vino dejándolo listo para su consumo. Para cierto tipo de vinos existe una etapa anterior al embotellado en la cual se mezclan con una cantidad de CO_2 para así obtener el vino espumante, este CO_2 también es entregado por el área de suministros la cual es responsable de mantener la disponibilidad de este gas.

Estos procesos se pueden resumir en el siguiente esquema:

Figura 7: Esquema de producción de vino en VSPT



Fuente: Viña San Pedro Tarapacá

4.2.2 Disponibilidad energética y servicios

Debido a las características y ubicación de viña, los servicios que llegan a la zona son más limitados en comparación a la ciudad, por lo que este tema es de suma importancia para poder operar como es debido, cada vez que se habla de eficiencia energética es inevitable pensar en las energías renovables no convencionales (ERNC), las cuales se definen como “energías que se caracterizan por que en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no consumen ni se agotan en una escala humana” (Ministerio de Energía, 2014). Entre estas fuentes de energías renovables más utilizadas tenemos:

- Hidráulica
- Solar
- Eólica

Para que en la industria se pueda implementar estas ERNC se deben considerar varios factores siendo los más importantes la disponibilidad de los recursos, un área donde implementar la tecnología necesaria para poder aprovechar estos recursos y la viabilidad técnica y económica de la aplicación de estas tecnologías de obtención de energía.

El área de suministros ya ha considerado estas alternativas, y tomando en cuenta su disponibilidad de capital, de las áreas de implementación y de los beneficios a obtener la más factible fue la implementación de una mini central hidroeléctrica de pasada debido a que en sus terrenos tienen un canal de regadio, la cual tiene una capacidad de 250 kW, con esto se está generando constantemente energía eléctrica y cuando se excede el consumo de la viña se inyecta directamente al SIC, con esto se cubre aproximadamente el 60% de la energía que consume la viña.

Para implementar este sistema se llegó a acuerdo con una empresa externa llamada Errazuriz y Asociados, cediendo los derechos de usufructo de estas aguas, asegurándose un precio del kWh de 42\$ más IVA. Debido a esto y a los pocos espacios que posee el área de suministros dentro de la planta es que más que buscar la eficiencia energética en la implementación de ERNC, se busca una mejora en los equipos y procesos que poseen.

4.2.3 Consumos energéticos en VSPT

El consumo energético en VSPT depende principalmente en que temporada del año nos encontremos, pero a partir de la potencia instalada de equipos, como de sus factores de cargas y horas de funcionamiento, contrastado con los valores reales facturados podemos llegar a la siguiente información:

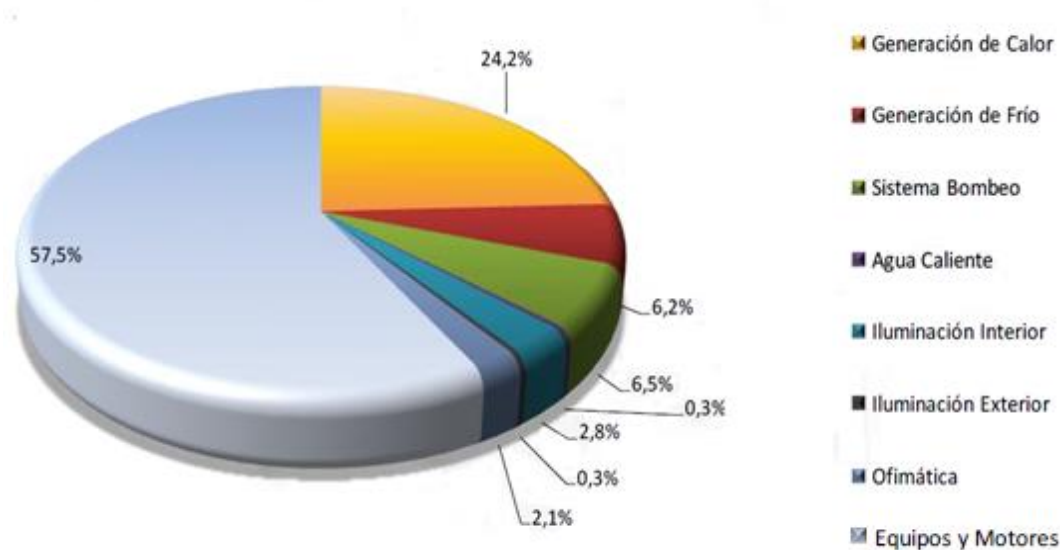
Tabla 1: Consumos Energéticos VSPT Isla de Maipo

TIPO DE INSTALACIÓN	ENERGÍA Consumo estimado de Petróleo		ENERGÍA Consumo estimado de GLP		ENERGÍA Consumo estimado de Electricidad		ENERGÍA Consumo TOTAL De Energía Estimado	
	kWh/año	%	kWh/año	%	kWh/año	%	kWh/año	%
Generación de Calor	-	-	1.382.421	98,9%	18.907	0,5%	1.401.328	24,2%
Generación de Frío	-	-	-	-	361.165	8,8%	361.165	6,2%
Sistema Bombeo	-	-	-	-	378.277	9,2%	378.277	6,5%
Agua Caliente	-	-	15.272	1,1%	4.200	0,1%	19.472	0,3%
Iluminación Interior	-	-	-	-	160.114	3,9%	160.114	2,8%
Iluminación Exterior	-	-	-	-	18.519	0,4%	18.519	0,3%
Ofimática	-	-	-	-	119.775	2,9%	119.775	2,1%
Equipos y Motores	271.835	100,00%	-	-	3.057.678	74,2%	3.329.513	57,5%
TOTALES	271.835	100,00%	1.397.693	100,0%	4.118.635	100,0%	5.788.163	100,0%

Fuente: Viña San Pedro Tarapacá

En la gráfica se representa el consumo energético global de las instalaciones, en el que se contabiliza tanto los consumos eléctricos como los térmicos. Las instalaciones que mayor consumo representan son los Equipos y Motores (57,5%), generación de calor (24,2%) y sistema de bombeo (6,5%)

Figura 8: Consumo Energético global de instalaciones en kWh



Fuente: Viña San Pedro Tarapacá

Al observar la gráfica se tendería a pensar que existe un gran potencial de eficiencia energética en el grupo Equipos y Motores, pero los equipos pertenecientes a éste (Anexo 1) no pertenecen al área de suministros y tampoco tienen gran potencial en eficiencia energética sin una gran cantidad de inversión, por lo que se seguirá por los otros grupos más importantes:

- Generación de Calor
- Generación de Frio
- Sistema de bombeo

En estos grupos existe un potencial real de eficiencia energética con un consumo total de 2.140.000 kW anuales, por lo cual se procederá a analiza su factibilidad técnica como económica.

CAPÍTULO 5: CARACTERIZACION DE EQUIPOS

5.1 Equipos con potencial de Eficiencia Energética

Para la selección de los equipos se toma como base parte de la norma ISO 50001, la cual consiste en una herramienta que permite la reducción en los consumos de energía, los costos financieros asociados y por consecuencia la emisión de gases de efecto invernaderos. Esta norma se basa en el principio de la mejora continua la cual tiene como estructura:

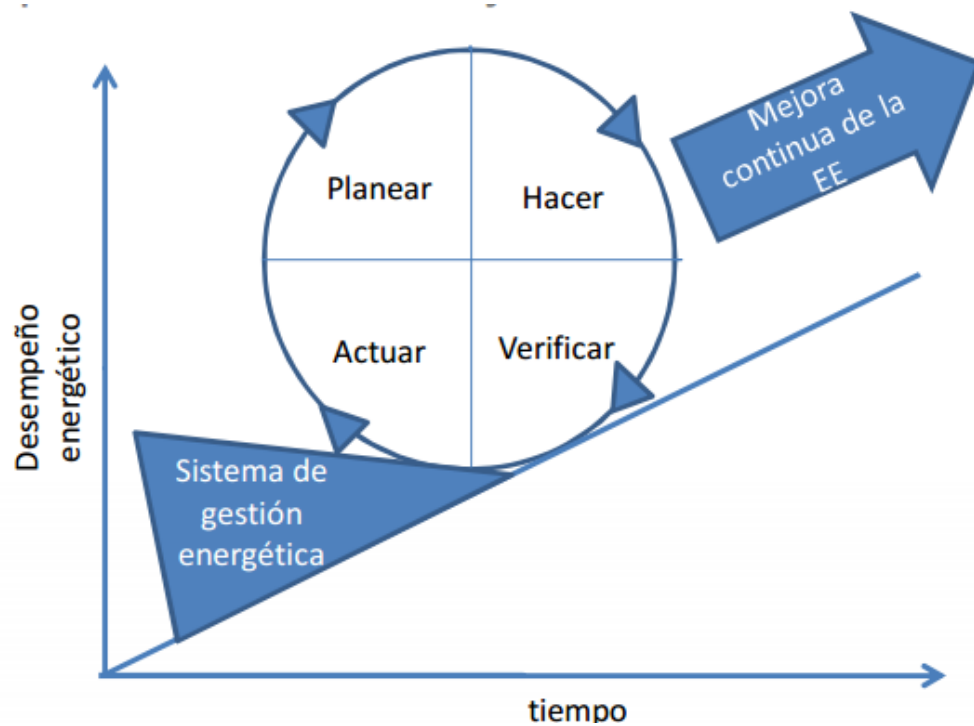
Planificar: etapa en la cual se realiza el levantamiento y caracterización de los equipos, identificando procesos y su relación con los consumos energéticos del área de suministros.

Hacer: en este punto se busca implementar procedimientos y procesos con el fin de obtener mejoras con respecto a los consumos energéticos.

Verificar: aquí es en donde se monitorean los procedimientos y procesos implementados y reportan los resultados comparándolos con los objetivos propuestos en las etapas anteriores.

Actuar: en esta etapa es en donde finalmente con todos los resultados obtenidos se toman acciones para poder seguir mejorando el desempeño energético iniciando nuevamente el ciclo.

Figura 9: esquema de mejora continua



Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

Luego de realizada la caracterización de los equipos analizando los procesos en los cuales estos tienen participación se determinó que existen tres procesos con potencial de aplicar eficiencia energética, como también un cuarto proceso cuyo análisis fue propuesto por la empresa, estos son:

- Aislamiento de equipos de frío
- Automatización de bombas
- Recuperador de calor de compresores
- Sistema de CO_2

Con los equipos ya identificados se procede a reunir información más específica de los procesos en los que participan y los recursos que estos utilizan para su funcionamiento.

5.1.1 Sistema de CO_2

Figura 10: Instalación Equipo de CO_2



Fuente: VSPT

El sistema de CO_2 presente en VSPT fue instalado por la empresa Linde [3] el cual consta de las siguientes partes:

- Redes de cañería de Acero Inoxidable AISI tipo 304L Sch. 40
- Estanque de CO_2 y cuadro de regulación de presión
- Vaporizador de CO_2 tipo asistido
- Tablero eléctrico de control y fuerza

Condiciones de Almacenamiento:

- 16 [bar]
- -76° C

Ubicación:

- Patio Zona Taller

Funcionamiento:

Para el proceso productivo este sistema cuenta con dos funciones principales, el primero es la obtención de nieve carbónica, la cual se produce al extraer el CO_2 directamente desde el estanque almacenado en estado líquido y alta presión hasta un recipiente a presión atmosférica sin pasar por el vaporizador formando así hielo seco.

La segunda función de este sistema es suministrar el CO_2 que se introduce a las botellas para la producción de dos variedades de espumante, para esto el CO_2 almacenado circula por un vaporizador que se encuentra en el ambiente, evaporando este líquido para luego ser expandido hasta una presión de 3 [bar] para ser utilizado en el área de producción.

Al vaporizar el líquido, este absorbe energía del ambiente produciéndose un intercambio de calor entre el líquido y el mismo ambiente, este intercambio se puede aprovechar para enfriar alguna zona requerida o algún otro fluido.

5.1.2 Aislamiento Equipos de Frio

Una forma común de pérdida de energía es por la falta o nula aislación de zonas o equipos con sistemas de regulación de temperatura, por lo que al realizar una aislación de estos equipos puede repercutir en un ahorro considerable a lo largo del tiempo.

Equipos:

Zona taller

Figura 11: Cubas de frio sin aislar



Fuente: VSPT

- Cuba de Frio, acero inoxidable
- 4 manifold, acero inoxidable

Zona Nave 2

- 4 manifold, acero inoxidable

Condición de almacenamiento:

- Agua a 6° C

Funcionamiento:

El sistema consiste de un equipo Chiller encargado de bajar la temperatura del agua que se encuentra contenida en las cubas, estos Chiller cuentan con regulador de carga, por lo que mientras más cercana sea la temperatura del líquido a enfriar a la temperatura deseada, menor será la carga del equipo de frío reduciendo así su consumo eléctrico. Las cubas se encuentran sin aislación y en una zona con temperatura ambiente de 20° C, el agua que contenida en estas cubas es utilizada para temperar otras cubas por medios del paso del agua por las chaquetas que rodean las cubas.

5.1.3 Automatización de bombas

Las bombas son otro punto importante en el análisis de eficiencia energética, debido a que estas pueden suponer un gasto eléctrico considerable a la hora de ser utilizadas sin ningún tipo de regulación.

Equipo:

Figura 12: Bomba Pedrollo Modelo CP 220A



Fuente: VSPT

- 5 bombas Marca Pedrollo modelo CP 220A

Condiciones de uso:

- 2 bombas Stand-by
- 3 bombas uso continuo

Ubicación:

- Zona nave 2

Funcionamiento:

Las bombas hidráulicas son motores que al ser alimentados con energía eléctrica son capaces de generar un caudal y fuerza a la salida que es entregada a un fluido (Wilo SE, 2005), dentro de las bombas pertenecientes al área de suministro existen un grupo de 5 bombas de las cuales tres están funcionando 24 horas durante los 365 días del año, mientras que las otras dos están en stand-by, es decir, se utilizan en caso de que alguna de las otras tres falle. De las que se encuentran en funcionamiento, dos bombas son de recirculado de agua hacia el equipo Chiller, mientras que la otra es la encargada de hacer circular el agua fría hacia las chaquetas de las cubas para temperar el vino contenido en estas.

5.1.4 Recuperador de calor de compresores

Dentro de la industria el uso de compresores de aire es bastante común, llegando a ser parte importante del consumo mensual de energía eléctrica, en los compresores de aire más del 90 % de la energía suministrada se pierde en forma de calor, dando cabida a un gran potencial de recuperación de energía.

Equipo:

Figura 13: Compresor Atlas Copco Modelo GA 55 VSD



Fuente: Manual de equipos Atlas Copco

- Compresores de aire marca Atlas Copco, modelo GA 55 VSD

Condiciones de uso:

- 80% de carga, durante 2 meses y medio

Ubicación:

- Zona taller

Funcionamiento:

Este equipo funciona con suministro eléctrico, tomando aire del ambiente el cual comprime por medio de un compresor de tornillo, en el mismo equipo existe una circulación de aceite cuya función es lubricar y enfriar el sistema, absorbiendo el calor generado entregándolo al ambiente por medio de un intercambiador de calor.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGETICA

Con la información ya presentada y conociendo los procesos de funcionamiento de los distintos sistemas y equipos, podemos proceder al cálculo de eficiencia energética, obteniendo un estimativo anual de ahorro de energía.

6.1 Equipo de CO_2

Este sistema como se mencionó, absorbe energía del ambiente para vaporizar el CO_2 que se encuentra en estado líquido, por lo que se podría aprovechar esto para que en vez de absorber calor del ambiente, lo haga de alguna otra fuente que necesite ser enfriada. A pocos metros de este sistema se encuentra una cuba de frío la cual almacena agua a 6°C por lo que sería factible enfriar esta agua reduciendo así la carga del equipo Chiller.

En VSPT se produce un volumen anual 600.000 [lt] de vino que contienen 5 [gr/lt] de CO_2 gaseoso y también se producen 1.000.000 [lt] de vino que posee 8,2 [gr/lt] de CO_2 gaseoso dándonos un total aproximado de 11.200 [kg] de CO_2 disponible para aplicar eficiencia energética.

A continuación se muestra una tabla dada por VSPT para el consumo de CO_2

Tabla 2: Consumo de CO_2 primer cuatrimestre 2016

	enero	febrero	marzo	abril
Consumo total	26.260	23.649	40.080	21.019
consumo L1 [kg]	0	0	0	0
consumo L2 [kg]	627	2.154	629	1.466

Fuente: VSPT

Los kg de CO_2 que se pueden aprovechar corresponden a la suma de los consumos de la Línea 1 con la Línea 2, dándonos un total de 4.876 [kg] para estos 4 meses, como en la temporada de octubre a enero la producción de estos vino se reduce considerablemente, hace que los datos concuerden afirmando nuestra estimación de un uso anual de 11.200 [kg] de CO_2 .

Para el cálculo del ahorro estimado por aprovechar el sistema de vaporización de CO_2 contamos con los siguientes datos:

Tabla 3: Entalpías del CO_2 en diferentes condiciones

entalpia a 16 bar y -73° C [KJ/Kg](gas)	83,31
entalpia a 16 bar y -26° C [KJ/Kg](gas)	140,51
entalpia de condensación [KJ/Kg]	296,46
entalpia a 16 bar y -26° C [KJ/Kg](liquido)	436,97
entalpia a 16 bar y 7°C [KJ/Kg](liquido)	472,74

Fuente: VSPT

Con esto podemos obtener la energía disponible utilizando la fórmula de transferencia de calor sensible

$$Q = m * \Delta h$$

Y por la fórmula de calor latente

$$Q = m * h_{vap}$$

Realizando el cálculo con los datos mencionados de las cantidades de CO_2 que se manejan anualmente y con la información de las entalpías de este mismo para los distintos casos, obtenemos una energía disponible de 1.211,57 [kW].

Por la primera ley de la termodinámica, el calor que absorbe el CO_2 es el mismo que pierde el agua en un sistema cerrado (Yunes A. Cengel, 2009, pág. 52), por lo que la energía térmica que debe procesar el equipo de frío corresponde a estos mismos 1.211,57 [KW]. Ahora bien, esta energía no es la que se ahorra directamente el equipo Chiller, ya que este presenta un COP [8] de 3, por lo que por cada KW eléctrico consumido por el equipo se obtienen 3 KW térmicos por lo que el ahorro eléctrico obtenido si se implemente este sistema sería de 403,80 [KW] anuales.

6.2 Aislamiento Cubas de Frío

Como se mencionó en el capítulo anterior existen dos zonas que cuentan con equipos de frío sin aislar, Zona de Taller y Zona Nave 2, esto puede provocar pérdidas de energía sostenida en el tiempo. Para poder realizar el análisis hay que tener en cuenta en que situación nos encontramos, identificando el sistema y los fenómenos que en este ocurren.

El análisis para esta situación se lleva a cabo por medio de métodos de transferencia de calor, dentro de los cuales nos enfocaremos en dos, la primera es la Ley de convección de Enfriamiento de Newton, la cual postula que: *“La rapidez de transferencia de calor está relacionada con la diferencia de temperatura total entre la pared y el fluido, y el área de la superficie A.”* (Holman, 1999, pág. 28)

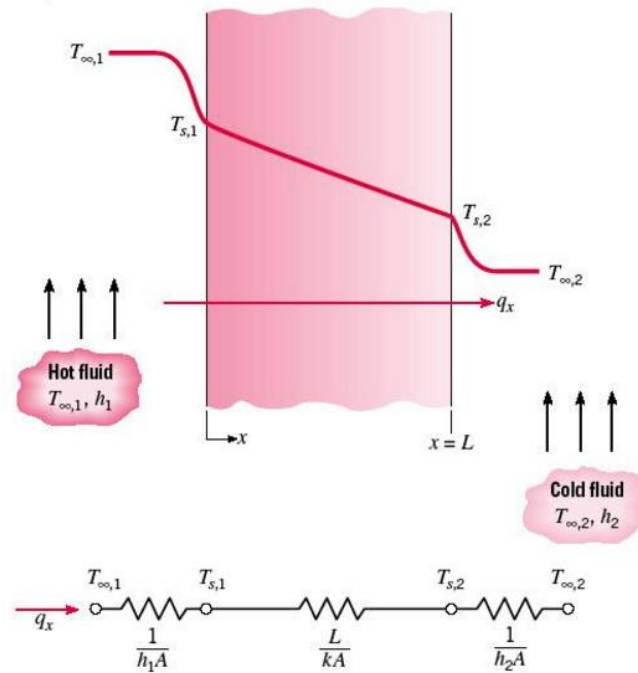
$$q = h * A * (T_w - T_{\infty})$$

Y la segunda la Ley de conducción de Fourier, la cual dice que *“La energía transferida por conducción y la rapidez de transferencia de energía por unidad de área es proporcional al gradiente normal de temperatura.”* (Holman, 1999, pág. 18)

$$q = -k * A * \frac{\partial T}{\partial x}$$

Junto con esto y realizando un análisis de transferencia de calor desde el ambiente hasta el agua contenida en un depósito por medio de sistemas de resistencias [9] podemos obtener los valores de pérdida de energía.

Figura 14: Diagrama general de transferencia de calor



Fuente: J.P. Holman, Transferencia de calor, décima edición

De aquí obtenemos las siguientes fórmulas que serán fundamental para nuestro cálculo

$$R_{equiv} = \frac{1}{h_{agua} * A} + \frac{\varepsilon}{K_{acero} * A} + \frac{1}{h_{aire} * A}$$

$$q = \frac{\Delta T}{R_{equiv}}$$

6.2.1 Aislamiento Zona Taller

La zona de taller es una sala cerrada por lo que la temperatura dentro de esta se mantiene estable siendo en promedio de 15°C, obteniendo un delta de temperatura de 9°C entre el agua dentro de la cuba y el ambiente.

Con los datos ya mencionados procedemos al cálculo de la resistencia equivalente y del flujo de calor Obteniendo como resultado

$$q = 4,168 \text{ Kwh}$$

Al igual que en el caso del equipo de CO_2 , esta no es la energía directa ahorrada por el equipo Chiller, sino que es la energía calórica generada por este, siendo el consumo mismo del equipo un tercio de este valor obteniéndose así un ahorro de 1,389 Kwh, llegando a ser un ahorro anual de 12.169,29 Kw

Siguiendo el mismo procedimiento para los manifold podemos obtener la siguiente tabla

Tabla 4: Ahorro de Energía anual Zona taller

	Ahorro anual [KW]	
	Térmico	Eléctrico
cuba	36.507,88	12.169,29
manifold1	3.534,89	1.178,30
manifold2	2.051,40	683,80
manifold3	2.051,40	683,80
manifold4	4.925,67	1.641,89

Fuente: Elaboración propia

Dándonos un ahorro anual de 16.357,08 KW por temas de aislación.

6.2.2 Aislamiento Zona Nave 2

Para la Zona de Nave 2 los procedimientos a seguir son los mismos que para Zona Taller, cambiando solo la temperatura ambiente, esto debido a que en esa zona la temperatura ambiente se mantiene en un promedio de 10°C, esto porque se encuentra en Zona de Enología por lo que la temperatura se debe mantener lo más constante posible, tomando esto en consideración, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 5: Ahorro de Energía anual zona nave 2

	Ahorro anual [Kw]	
	térmico	Eléctrico
Manifold 5	1.162,84	387,61
Manifold 6	709,88	236,63
Manifold 7	489,03	163,01
Manifold 8	489,03	163,01
Manifold 9	299,73	99,91

Fuente: Elaboración Propia

Con esto obtenemos un ahorro anual de 1.050,17 KW anuales.

6.3 Automatización de Bombas

En el proceso de la automatización y cálculo de energía que se puede llegar ahorrar es importante saber en qué condiciones están trabajando las bombas actualmente, en nuestro caso se hicieron mediciones periódicas al consumo de las bombas por medio de un tester marca INGCO modelo DCM 600, con lo cual nos da un consumo promedio de 3,15 KWh.

El agua que se bombea es utilizada de forma irregular, es decir, que los trabajadores por medio de llaves de mano abren y cierran el paso del agua según vaya siendo la necesidad, pero por comentarios de estos mismos trabajadores y realizando un seguimiento se llegó a la conclusión de que en un año, la bomba de impulsión para

Uso de agua se utiliza un 85% del tiempo, la bomba de recirculado del agua desde la cuba hasta el Chiller se utiliza un 85 % del tiempo y por ultimo una bomba de apoyo de impulsión en caso de que la que está en funcionamiento no pueda cumplir con lo requerido, esto sucede en los tiempos de vendimia y un par de veces más en el año, por lo que su tiempo de funcionamiento es de 50%.

La automatización de las bombas debe depender de un parámetro que varía en el servicio y que cuando este decaiga comience el funcionamiento de dichas bombas, para el caso de las bombas de impulsión existe un manifold a la salida de estas, por lo que se pueden automatizar por medio de la caída de presión en el manifold siendo así que en caso de que la presión disminuya, se mande una señal para que las bombas funcionen según lo requerido, en el caso de la bomba de recirculación, el Chiller tiene un variador de frecuencia incluido el cual funciona dependiendo de la temperatura del agua en la cuba de almacenamiento, por lo que cuando el Chiller no funciona, la bomba de recirculado tampoco debiese hacerlo.

Con estos datos podemos proceder a realizar el cálculo de ahorro de energía esperado al realizar una automatización en estas bombas, siendo este ahorro obtenido por medio la siguiente formula:

$$Kwh_{Ahorro.} = Pot_{bomba} * (1 - \% \text{utilizacion})$$

Con esto obtenemos finalmente la siguiente información

Tabla 6: Ahorro diario estimado por bomba

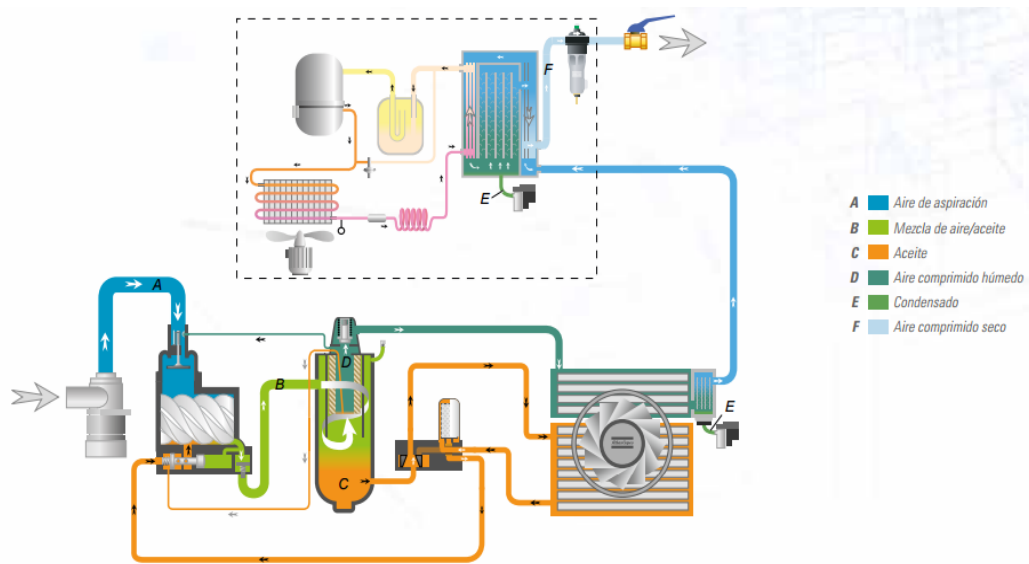
	Consumo [kwh]	Horas diarias de uso	% Utilización esperado	Ahorro diario [KW]
bomba1	3.15	stand-by	0%	0
bomba2	3.15	24	85%	11.34
bomba3	3.15	stand-by	0%	0
bomba4	3.15	24	85%	11.34
bomba5	3.15	24	40%	45.36

Fuente: Trabajadores VSPT

Con esto podemos observar que automatizando estas bombas se puede llegar a obtener diariamente un total de 68,04 KW eléctricos, llegando así a un total anual de 24,834 MW anuales.

6.4 Recuperador de calor de compresores

Figura 15: Diagrama de flujo compresor con recuperador de calor



Fuente: Catálogos Atlas Copco

Al recuperar calor de los compresores, hay que tener varios factores en consideración, dentro de los cuales los principales son:

- Caudal de agua a calentar
- Temperaturas de trabajo
- Utilización del Compresor

El caudal que se puede calentar va directamente relacionado con las temperaturas de trabajo, por lo que a mayor temperatura se requiera el agua, menor es el caudal que se puede llegar a calentar, para esta relación existe un programa online de la empresa Atlas Copco (Atlas Copco, s.f.) el cual ingresando la potencia del equipo, el factor de carga de este mismo y los rangos de temperaturas que deseamos trabajar, nos devuelve un valor del caudal que podemos utilizar para un correcto funcionamiento, dándonos así que para una temperatura de entrada de 40°C, una temperatura de salida de 60°C y un factor de carga del compresor de un 80% el caudal que podemos aprovechar es de 22 lt/min.

El agua en el estanque es calentada por medio de una caldera pirotubular marca SIME de 250 KW de potencia, por lo que el ahorro obtenido al utilizar el compresor se debe ver reflejado en el consumo de combustible de esta.

La caldera actualmente funciona por ciclos los cuales corresponden a 6 horas de funcionamiento seguido de 2 horas de pausa, esto debido a que este es el tiempo que le toma en llevar el agua a los 60°C, realizándose continuamente durante todo el día, el consumo actual de GLP de esta caldera es de 15.707 lt. Mensuales, tomando en cuenta que la caldera no cuenta con sistemas modernos de recuperador de calor y además que esta tuvo una falla por lo que se le tuvo que quitar una placa que transfiere el calor al agua, hablando la gente que hace mantenciones a la caldera se puede estimar un rendimiento de un 75% aproximadamente, dando así una concordancia entre la potencia de la caldera y el combustible consumido mensual.

Teniendo en cuenta esta información, podemos realizar el cálculo del ahorro estimado de combustible por medio de un balance de energía aplicando la Primera Ley de la Termodinámica.

Siendo la energía suministrada desde el compresor al agua calculada con la fórmula:

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Con esto obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 7: Suministro de Energía desde el compresor al agua

cp del agua [cal/g°C]	1
flujo a calentar [lt/min]	22
masa a calentar[gr/min]	22000
diferencia de T°	20
utilización del compresor	100%
calor suministrado[cal/min]	440000
calor suministrado en 1 hr [cal]	26400000
calor suministrado [KWh]	30,70

Fuente: Elaboración propia

Sabiendo que la caldera suministra 239 KWh al agua, podemos obtener la cantidad de calor suministrada por ciclo la cual equivale a 1432 KW, con esto y un balance de energía podemos obtener la duración del nuevo ciclo de funcionamiento de la caldera y cuánto tiempo esta se encuentra en funcionamiento en un día siendo:

$$Q_{sum} = Q_{compresor} + Q_{caldera} - Q_{salida}$$

Tabla 8: Calculo Ahorro mensual de GLP

Nueva duración ciclo funcionamiento [hr]	5,3
Nueva duración ciclo de pausa	2,5
Ciclos en un día	3,1
porcentaje de funcionamiento en un día	67%
Consumo de GLP con recuperador [lt]	16370
Ahorro mensual de GLP [lt]	1942

Fuente: Elaboración Propia

Hay que tener en consideración como es el funcionamiento de este sistema, ya que mientras mayor sea la temperatura del agua menor es la capacidad de esta para enfriar el aceite del compresor, pudiendose así ocurrir algún incidente, por lo que el compresor cuenta con un sistema de seguridad el cual mide la temperatura del aceite, si este se eleva sobre un parametro establecido, cierra el paso del agua y el aceite se enfria por medio de aire, como si el recuperador de calor no estuviese.

Otro factor importante al aplicar este sistema es la reduccion de las emisiones de CO_2_{eq} , ya que hacia esto apunta principalmente la aplicación de politicas de eficiencia energetica, para este calculo se utiliza un programa disponible en la red perteneciente al gobierno de Aragon, realizado por el departamento de agricultura, ganaderia y medio ambiente (Departamento de agricultura, ganadería y medio ambiente, s.f.).

Con lo cual para todas las instalaciones de la planta que usan GLP, tienen una cantidad de emisiones de $271.951\text{ Kg}CO_2_{eq}$. A partir de este podemos ver que con un ahorro anual de 4,855 Lt. De GLP los cuales equivalen a un total de $7.177\text{ Kg}CO_2_{eq}$ la disminucion en las emisiones de contaminantes productos de la combustion de quipos que funcionan con GLP en toda la planta alcanzan un 2,6%.

Tabla 9: Resumen ahorro energético anual por sistema

Sistema	Fuente energética a ahorrar	Ahorro kWh/año
Recuperador de Calor	GLP	34.000
Aislación	Electricidad	17.400
Automatización	electricidad	24.800
Equipo CO ₂	electricidad	400

Fuente: Elaboración propia

En la tabla resumen se puede observar el impacto en el ahorro energético por aplicar cada una de las propuestas para mejorar la eficiencia energética en el área de suministros, estas mejoras tienen impacto tanto en consumos de electricidad como en consumos de GLP, por lo que una buena comparación del impacto que tienen estas propuestas sería por medio de una evaluación económica.

CAPÍTULO 7: ANÁLISIS ECONÓMICO

Ya sabiendo el potencial energético que tiene cada sistema, es necesario establecer si estos son viables económicamente ya que de lo contrario su implementación no se podría llevar a cabo, Para esto se realizó una cotización de los trabajos para saber cuánto es el costo de implementación y así poder realizar un análisis de retorno de la inversión.

7.1 Costos de implementación

Equipo de CO_2 :

Para poder llevar a cabo el trabajo en el equipo de CO_2 solo se necesita materiales de acero inoxidable y reubicación de equipos, por lo que los costos asociados son

Tabla 10: Costos trabajo en equipo de CO_2

Ítem	Descripción	Diámetro [pulg]	Cantidad	Valor Unitario [CLP]	Subtotal [CLP]
1	Tub. Acero Inox 316, 3 mt	2	4	100.000	400.000
2	Conexiones Acero Inox.	2	4	30.000	120.000
3	Reubicación de equipo		1	400.000	400.000

Fuente: Roberto Iglesias Pradena, Proveedor VSPT

Obteniendo un total neto de \$ 920.000 con mano de obra incluida.

Aislación:

Para la aislación el material cotizado fue un poliuretano inyector recubierto con una chaqueta de acero inoxidable 304 opaco de 0.6 mm de espesor, dando la siguiente tabla de valores

Tabla 11: Costos de aislación térmica

Ítem	Descripción	Esp. Poliuretano	Cantidad [m^3]	Valor Unitario [CLP]	Subtotal [CLP]
1	Cuba de vino	100	51	104.167	5.312.517
2	Manifold 1	50	5	56.833	284.165
3	Manifold 2	50	3	56.833	170.499
4	Manifold 3	50	3	56.833	170.499
5	Manifold 4	50	7	56.833	397.831
6	Manifold 5	50	2	47.667	95.334
7	Manifold 6	50	1	47.667	47.667
8	Manifold 7	50	1	47.667	47.667
9	Manifold 8	50	1	47.667	47.667
10	Manifold 9	50	1	47.667	47.667

Fuente: Partner International S.A

Con esto, obtenemos un total de costo Neto de aislación de \$6.639.833, cabe mencionar que dentro de este valor ya está contabilizado la mano de obra por parte de la empresa contratista.

Automatización de Bombas:

En el caso de automatización de equipos, el trabajo cotizado fue por la compra y puesta en marcha del sistema en su totalidad, por lo que obtenemos los siguientes costos

Tabla 12: Costos de automatización

Ítem	Cant	Descripción	\$ unit	Total [CLP]
1	4	Partidor Suave 400V ABB		
2	1	transmisor de temperatura		
3	4	guarda motores		
4	1	Contactador 55 W		
5	5	automáticos de control		
6	1	automáticos 3x200		
7	1	repartidor 200 amp		
8	1	PLC y pantalla Siemens		
9	10	relés de control		
10	1	tablero de mando		
11	7	botoneras de mando y pilotos de control		
12	30	bornes de salida fuerza y control		
13	1	cordón a motores y sensor		
14	1	canalización tipo canastillo y suptación		
15	1	fungiles de montaje, traslado, colaciones		
16	1	seguro de responsabilidad civil por 5000 UF		
17	1	HH. De armado tablero, montaje, puesta en marcha		
			Neto	\$ 7.612.000
			19% IVA	\$ 1.446.280
			Total	\$ 9.058.280

Fuente: HAMS, Automatización y montajes eléctricos.

La cotización se entregó por un valor total Neto de \$7.612.000, guardándose la empresa los precios itemizados de los productos.

Recuperador de Calor Compresores:

Para este caso, los costos para implementar la recuperación de calor desde los compresores no contemplan la implementación del sistema en sí, ya que al inspeccionar el equipo el sistema ya estaba integrado al compresor, por lo que la obra solo sería por el piping, dando los siguientes valores

Tabla 13: Costos trabajos Recuperador de calor

Ítem	cant	Descripción	\$ unit	Total [CLP]
1	2	Tub. Acero Inox. 1"		
2	4	Coplas de Acero Inox 1"		
3	1	Reducción Acero Inox		
4	1	HH Mano de Obra		
			Neto	\$450.000
			19% IVA	\$85.500
			Total	\$535.500

Fuente: Atlas Copco

7.2 Ahorros por implementación de Eficiencia Energética

Ya teniendo todos los costos de implementación de las diferentes alternativas de eficiencia energética, podemos realizar un análisis económico para así poder decidir cuales tienen mayor impacto sobre la economía de la empresa

Tabla 14: Análisis económico y tiempos de retorno de inversión

Equipo	Inversion [\$]	Ahorro Anual [\$]	Tiempo de retorno [años]
Equipo Co2	920,000	16,960	54
Aislamiento	6,639,833	731,104	9
Automatizacion	7,612,000	1,043,028	7
Recuperador de Calor	450,000	1,854,820	1

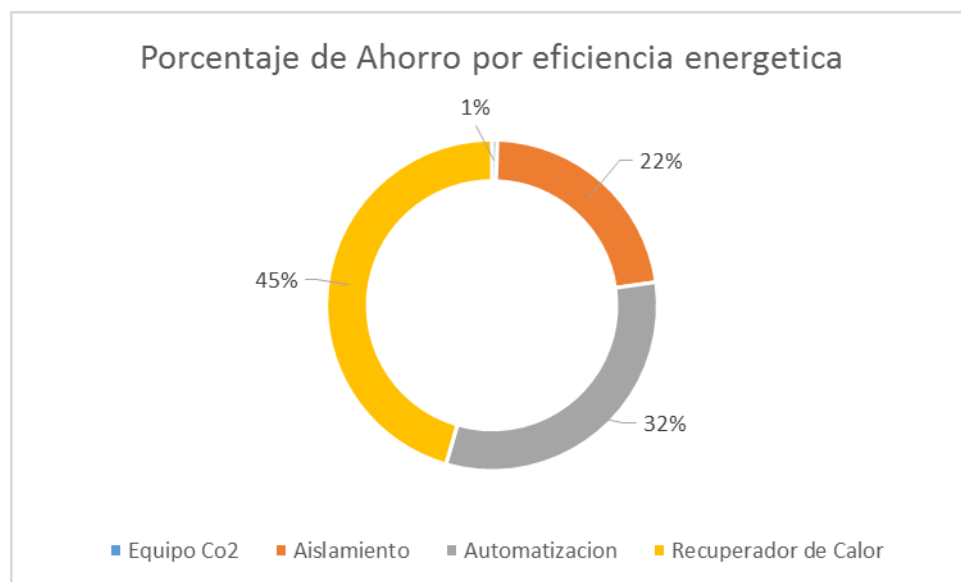
Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar existe una real oportunidad de aprovechar de mejor manera los recursos con los que dispone VSPT llegando a obtener un ahorro de un 3,66% anual en el consumo de energía, este ahorro es sobre el consumo en las zonas en donde existía la factibilidad técnica para aplicar la eficiencia energética, si tomamos el consumo de toda la planta el cual es de 5.788.163 KW anuales, el ahorro estimado seria de un 1,35%.

CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con todos los datos obtenidos podemos evaluar cuales de todas las propuestas son realmente viables de aplicar tanto económica como técnicamente, por lo visto en capítulos anteriores existe la factibilidad técnica para implementar estas opciones, por lo que la participación en el ahorro por eficiencia energética y el retorno de la inversión serán los determinantes para decidir si es conveniente realizarlas o no, cabe mencionar que el monto de inversión no es un factor decisivo ya que todos los trabajos cuentan con su presupuesto aprobado.

Figura 16: Porcentaje en el ahorro por aplicar Eficiencia Energética



Fuente: elaboración propia

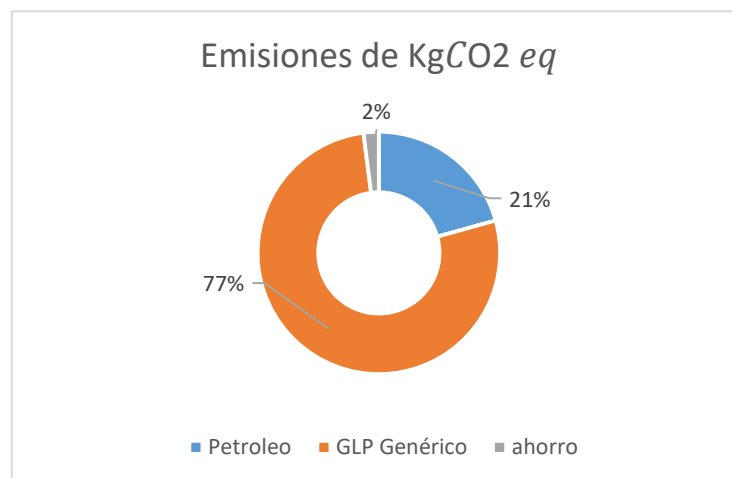
Al observar el grafico nos damos cuenta de que el que tiene mayor impacto en el ahorro estimado es la aplicación del sistema de recuperación de calor por medio de los compresores con un 45%, la cual tiene un tiempo de retorno de la inversión de 1 año, por lo que la hace ser el proyecto mejor calificado para su aplicación.

Luego vienen la aplicación de la automatización de bombas y la instalación de aislamiento, con un 32% y 22% respectivamente, el tiempo de retorno de la inversión de estos tienen un máximo de 9 años lo cual se considera un tiempo razonable por lo que se recomienda también aplicar estos sistemas.

La aplicación del sistema para enfriar agua por medio del equipo de CO_2 es la que menos potencial tiene, la cual tiene una participación en el ahorro de un 1% con un tiempo de retorno de la inversión de 54 años, por lo que derechamente no se recomienda aplicar este sistema ya que no genera ningún beneficio considerable para la empresa.

Por ultimo tenemos el análisis ambiental que si bien la disminución de contaminantes productos por la combustión de GLP disminuyen en un 2.6 % lo cual nos indica que podemos mejorar en este ámbito, estos no son los únicos procesos que producen $CO_2 eq$, ya que también existen equipos generadores de electricidad que funcionan con petróleo, los cuales se utilizan durante la época de vendimia, estos también aportan un volumen de contaminantes considerables los cuales alcanzan los 72.812 $KgCO_2 eq$ considerando estas emisiones, notamos que las siguientes participación en las emisiones

Figura 17: Emisiones anuales de $Co2eq$



Fuente : Elaboracion Propia

CAPÍTULO 9: Conclusiones y comentarios

En base al estudio realizado en la empresa Viña San Pedro Tarapacá se logró identificar distintos sistemas en los cuales los recursos energéticos consumidos se pueden utilizar de una manera más eficiente, por lo cual se propuso mejoras en los distintos sistemas que repercuten directamente en los consumos de estos obteniéndose así un ahorro económico para el área de suministros.

Según el análisis realizado, el implementar las mejoras en los sistemas tiene un costo total de \$ 14.700.000 CLP, con esto, el ahorro obtenido anual es de \$ 3.600.000 CLP, tomando estos valores, la inversión necesaria para llevar a cabo las mejoras de los sistemas tiene un periodo de retorno de 4 años.

La implementación de estas propuestas de mejoras al no intervenir directamente en la elaboración del vino no afectan a los niveles de producción, como tampoco necesitan de mantenimientos o personal extra, por lo que solo tienen como efecto un ahorro de recursos energéticos luego de realizada la inversión. De manera más específica, el sistema que tiene un periodo de retorno de inversión más corto es la instalación del recuperador de calor, siendo así la mejor opción a implementar. Dentro de la industria, los proyectos suelen evaluarse entre 10 y 25 años, por lo que para las propuestas de automatización y aislamiento cuya inversión tienen un periodo de retorno de 7 y 9 años respectivamente también hacen recomendable su implementación, en el caso del equipo de CO_2 se observa que si bien existe una factibilidad técnica para la implementación de éste, no basta para recomendar su implementación, ya que su periodo de recuperación de la inversión es de 54 años, por lo que no es viable económicamente.

Lo que se logró con el trabajo fue establecer que en las empresas existe un potencial de eficiencia energética, la que repercute de forma económica y ambiental. La importancia de estas políticas de mejoras en la utilización de los recursos ha hecho que cada vez más empresas se sientan comprometidas con esto, en el caso de VSPT la implementación de estas propuestas significa un ahorro energético de un 1,3% a nivel de planta.

Como se ha mencionado, las políticas de eficiencia energética apuntan a un mejor uso de los recursos disponibles para sus procesos y como efecto disminuir los contaminantes que se producen en las distintas operaciones dentro de una empresa, es por esto que VSPT comprometida con el medio ambiente y promoviendo la imagen de una empresa verde busca implementar estas propuestas, las cuales significan una disminución de hasta un 2% en la emisiones de GEI.

Es importante mencionar que para poder seguir desarrollando estos temas a nivel país y que las empresas se sientan comprometidas con la implementación de la eficiencia energética el gobierno cumple un rol importante, ya que son un factor determinante a la hora de incentivar y proponer las políticas de eficiencia energética que existen Chile, siendo la iniciativa de políticas energéticas 2050 un gran paso para nuestro futuro.

Por último, como ingeniero mecánico encuentro de suma importancia el ir avanzando en estos temas aportando de manera profesional en la industria Chilena, en la que existe el potencial para poder aplicar la eficiencia energética. En este caso Viña San Pedro Tarapacá comprometida con el uso eficiente de la energía dio las facilidades y recursos para poder aportar y así obtener una experiencia enriquecedora como profesional.

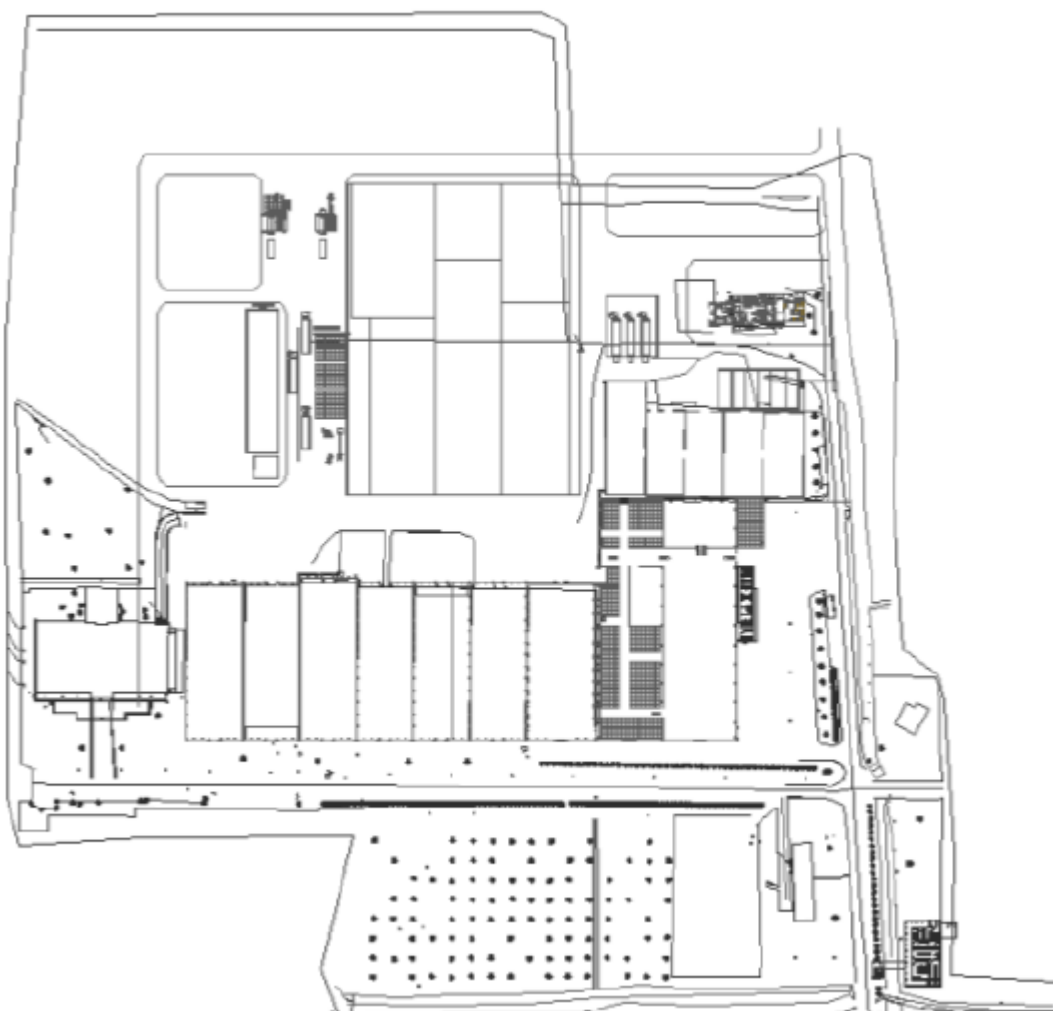
BIBLIOGRAFIA

- Atlas Copco. (s.f.). *Energy Recovery Calculator*. Obtenido de <http://www.atlascopco.com/useyourenergysource/useenergytwice/energyrecoverycalculator/>
- CDEC SIC. (2015). *Estudio de Previsión de demanda 2015-2035*. Santiago.
- Departamento de agricultura, ganadería y medio ambiente. (s.f.). *Gobierno de Aragón*. Obtenido de www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/2012/10/calculoemisiones.xls
- Holman, J. P. (1999). *Transferencia de Calor* (Décima Edición ed.). Mexico: CECSA.
- Instituto nacional de normalización, I.-C. (2011). *Norma Chilena Iso 50.001-2011* (Primera Edición ed.). Santiago, Chile.
- Ministerio de Energía. (2014). *Energía 2050*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de Energía. (2015). *Anuario estadístico de energía 2005-2015*. Santiago.
- The Boston Consulting Group. (2013). *Inventario de emisiones de GEI 1990-2010, proyección de emisiones a 2040 y matrices de abatimientos de CO2 - Chile*. Santiago.
- Wilo SE. (2005). *Principios fundamentales de la tecnología de las bombas centrífugas*. Dortmund.
- World Economic Forum. (2017). *Global Energy Architecture Performance Index Report 2017*. Suiza. Obtenido de www.weforum.org
- World Resources Institute. (s.f.). Obtenido de World Resources Institute Web site: <http://cait.wri.org/>
- Yunes A. Cengel, M. A. (2009). *Termodinámica* (Septima Edición ed.). Mexico: Mc Graw hill.

ANEXOS

Anexo 1

Plano de Instalación VSPT



Anexo 2

Equipos y consumos por Instalación

1. Equipos Generación de Calor

MARCA/MODELO	TIPO DE CALDERA	UD	POTENCIA TÉRMICA NOMINAL (kW)	RENDIMIENTO (%)	RECUPERADOR DE CALOR	COMBUSTIBLE	ZONA DE SUMINISTRO
Caldera Nº1 IVAR	Pirotubular	1	449,0	90	No	GLP	SALA MÁQUINAS OPERACIONES
Caldera Nº2 IVAR	Pirotubular	1	577,0	90	No	GLP	NAVE 3
Caldera Nº3 SIME	Pirotubular	2	349,0	90	No	GLP	SALA MÁQUINAS
TOTAL		4	1.724,0 kW				

2. Sistema de Bombeo

MARCA/MODELO	UNIDADES	POTENCIA ELÉCTR. NOMINAL (kW)	VARIADOR
Bomba primaria Central Frio nº1	1	11,2	No
Bomba primaria central Frio Nº2	1	9,2	No
Bomba primaria central Frio Nº3	1	4,0	No
Bomba secundaria de agua Nº1	1	3,0	No
Bomba secundaria de agua Nº2	1	4,6	No
Bomba secundaria de agua Nº3	1	4,6	No
Bomba secundaria agua Nº5	1	4,6	No
Bomba secundaria de agua Nº6	1	4,6	No
Bomba secundaria de agua Nº8	1	8,5	No
Bomba secundaria de agua Nº9	1	8,5	No
Bomba secundaria de agua Nº10	1	8,5	No
Bomba secundaria de agua Nº11	1	4,6	No
Bomba secundaria de agua Nº11	1	5,1	No

MARCA/MODELO	UNIDADES	POTENCIA ELÉCTR. NOMINAL (kW)	VARIADOR
Bomba secundaria de agua N°15	1	5,1	No
Manifold bombas recirculadoras frio estabilizado	3	4,0	No
Bomba central frio N°7	2	5,5	No
Bomba recirculación caldera N°1	1	2,2	No
Bomba recirculación N°1 caldera N°2	1	2,2	No
Bomba impulsión N°1 estanque agua caliente	1	5,5	No
Bomba impulsión N°3 estanque agua caliente	1	5,5	No
Bomba recirculación Chaquetas	1	2,2	No
Bomba impulsión N°1 Chaquetas	1	3,0	No
Bomba recirculación N°1 Caldera N°3 y N°4	2	0,5	No
Bomba recirculación N°2 Caldera N°3 y N°4	1	0,4	No
Bomba recirculación N°1 Estanque N°4	1	5,5	No
Bomba impulsión N°1 estanque N°4	1	5,1	No
Bomba impulsión N°2 Estanque N°4	2	5,1	No
Planta de Riles	1	0,4	No
Planta de Riles	1	5,5	No
Planta PTR (chica)	1	0,2	No
Planta PTR (chica)	1	2,2	No
Planta PTR (chica)	2	3,0	No
Planta de Riles	2	4,0	No
Planta de Riles	1	1,5	No
Planta de Riles	1	4,0	No
Planta de Riles	1	3,0	No
Planta de Riles	1	4,0	No
Planta de Riles	4	5,5	No
Planta de Riles	2	5,5	No
Bomba de riego	1	5,5	No
Bomba de riego	1	4,0	No
Chepica - Agrícola	1	1,9	No
Chepica - Agrícola	1	1,5	No
Chepica - Agrícola	1	15,0	No
Chepica - Agrícola	1	15,0	No
Chepica - Agrícola	1	37,0	Sí
San Fernando - Agrícola	2	7,5	No
Caldera solar térmica	2	0,2	No
Caldera solar térmica	4	0,1	No
Caldera solar térmica	2	0,4	No
MARCA/MODELO	-	-	No
Producción Línea 1	1	0,8	No
Producción Línea 2	1	5,5	No

MARCA/MODELO	UNIDADES	POTENCIA ELÉCTR. NOMINAL (kW)	VARIADOR
Bomba Trasiego Nave 2	3	1,1	No
Bodega-pulmones	1	4,0	No
Pozo 1 - Bomba desagüe AGUATEC	1	0,9	No
Pozo 1 - Bomba moladora BUCHER VASLIN	1	11,0	Sí
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Liverani M80	6	3,5	No
Bodega Enología - Bomba lobular Waukesha 130 U1	5	3,7	No
Bodega Enología - Bomba pistón Manzini	2	4,4	No
Bodega Enología - Bomba Mohn Wine Pumps k- 165-SF	3	2,9	No
Bodega Enología - Bomba Mohn Ragazzini 3NCM	7	4,4	No
Bodega Enología - Bomba Mohn Inoxpa	1	3,0	No
Bodega Enología - Bomba Mohn Kiesel SP10	1	4,4	No
Bodega Enología - Bomba Mohn Kiesel SP6	2	3,5	No
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Liverani M60	5	1,8	No
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Della Toffola	2	4,5	No
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Mercarelli G120	5	4,4	No
Bodega Enología - Bomba lobular Waukesha RX77DRS132S4	1	20,0	Sí
Bodega Enología - Bomba francesa	3	3,0	No
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Mercarelli ST8054	1	0,7	No
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Kiesel SP10/M	2	5,5	No
Bodega Enología - Bomba rotor flexible Cazaux CRV5791	1	3,5	No
Bodega Enología - Bomba centrífuga Tecnica Pompe TDC UNICA	1	3,5	No
Bodega Enología - Bomba centrífuga Ebara	1	3,5	No
Bodega Enología - Bomba pedelstática Ragazzini DF	6	11,0	Sí
TOTAL	146	660,06 kW	

3. Equipos Generación de Frio

MARCA/MODELO	TIPO DE GRUPO DE FRÍO	UD	POTENCIA TÉRMICA NOMINAL (kW)	POTENCIA ELÉCTRICA NOMINAL (kW)	EER	TIPO DE COMPRESIÓN	ZONA DE SUMINISTRO	COMBUSTIBLE
YORK	Enfriadora Aire-Agua (2 tubos)	2	793,0	264,3	3,00	Compresión de tornillo	ATEMPERADO CUBAS	Electricidad
CARRIER	Enfriadora Aire-Agua (2 tubos)	1	213,6	69,2	3,00	Compresión de tornillo	ATEMPERADO CUBAS	Electricidad
VELO WRAT/B 1202	Enfriadora Aire-Agua (2 tubos)	2	243,0	102,0	2,40	Compresión de tornillo	ATEMPERADO CUBAS / ESTABILIZADO	Electricidad
VELO WRAT/B 702	Enfriadora Aire-Agua (2 tubos)	1	139,0	64,0	2,20	Compresión de tornillo	SALA BARRICAS	Electricidad
GELFED 1800-G9RR-66 (Central frío N°8)	Enfriadora Aire-Agua (2 tubos)	5	39,8	13,3	3,00	Compresión de tornillo	BODEGA PROD. TERMINADO	Electricidad

4. Equipos y Motores

ZONA/EDIFICIO	EQUIPO	UD	MARCA/MODELO	POTENCIA ELÉCTRICA UNIT. (kW)
Producción Línea 1	Despaletizadora	1	-	3,8
Producción Línea 1	Cinta transportadora	1	-	23,5
Producción Línea 1	Lavadora	1	-	2,6
Producción Línea 1	Llenadora	1	-	3,1
Producción Línea 1	Encorchadora	1	Bertolaso delta 503R	3,5
Producción Línea 1	Elevadora tapa rosca	1	-	8,1
Producción Línea 1	Taponadora rosca	1	Zalkin	6,5
Producción Línea 1	Secadora	1	Air systems	7,5
Producción Línea 1	Encapsuladora	1	-	4,8
Producción Línea 1	Etiquetadora	1	-	2,5
Producción Línea 1	Clasificadora	1	-	3,1
Producción Línea 1	Encajadora	1	-	4,5
Producción Línea 1	Cerradora de cajas	1	Mas Pack seal 2000 incollatore	6,5
Producción Línea 1	Paletizadora	1	-	6,1
Producción Línea 1	Plastificadora de palets-cajas	1	-	3,5
Producción Línea 1	Suministro de palet a paletizadora	1	-	2,0
Producción Línea 1	Armado de caja	1	-	1,8
Producción Línea 1	Despaletizadora	1	-	3,8
Producción Línea 1	Clasificadora	1	-	3,1
Producción Línea 1	Prepara botellas para palet	1	-	2,9
Producción Línea 1	Suministro de palet a paletizadora	1	-	2,0
Producción Línea 1	Tapa palets	1	-	1,5
Producción Línea 1	Suministradora de tapas madera palet	1	-	2,0
Producción Línea 1	Plastificadora	1	-	3,5
Producción Línea 2	Despaletizadora	1	-	3,8
Producción Línea 2	Cinta transportadora	1	-	25,5
Producción Línea 2	Lavadora-llenadora-corchadora y rosca	1	-	9,1
Producción Línea 2	Bozaladora con elevador	1	-	0,4
Producción Línea 2	Elevador de capsula	1	-	0,4
Producción Línea 2	Encapsuladora	1	Robino&Galandrino Poker Z 6/12	9,1
Producción Línea 2	Secador	1	Air systems	7,5
Producción Línea 2	Etiquetadora	1	-	2,5
Producción Línea 2	Clasificador botellas	1	-	0,3

Producción Línea 2	Ensamblador de plástico	1	-	3,1
Producción Línea 2	Comprimidora calor plástico	1	-	3,3
Producción Línea 2	Elevador de tapa rosca	1	-	0,4
Producción Línea 2	Elevador de corcho	1	-	0,6
Producción Línea 2	Seleccionadora	1	-	3,2
Producción Línea 2	Encajadora	1	-	2,6
Producción Línea 2	Sellador de cajas	1	-	6,5
Producción Línea 2	Apiladora de cajas	1	-	4,9
Producción Línea 2	Suministro de tapa palet	1	-	2,0
Producción Línea 2	Suministro de palet	1	-	2,0
Producción Línea 2	Plastificadora	1	-	3,5
Producción Línea 3	Cinta transportadora	1	-	1,7
Producción Línea 3	Etiquetadora	1	-	2,5
Producción Línea 3	Aportadora calor	1	-	7,4
Producción Línea 3	Plastificadora	1	-	2,0
Oficinas Zona 1	Máquina de agua	3	-	0,3
Oficinas Zona 1	Hervidor	2	-	2,2
Oficinas Zona 1	Proyector	1	Accer	0,2
Oficinas Zona 1	TV	1	Samsung	0,2
Oficinas Zona 1	Máquina de agua	1	-	0,3
Oficinas Zona 1	Rack telecomunicaciones	1	-	0,5
Patio	Lavadora de barrica patio	1	Ekinsa	0,7
Patio	-	1	Bucher vaslin PMGE9	9,0
Patio	-	1	Bucher vaslin PVE80	5,5
Patio	-	1	Bucher vaslin PMG	11,0
Patio	-	1	Bucher vaslin PM30L	8,0
Barricas	Evaporadores	8	3 ventiladores	2,2
Barricas	Lavadora de barrica	1	-	4,0
Subterráneo	Evaporadores	7	2 ventiladores	1,5
Nave 1	Ventilador	8	-	0,4
Nave 2	Ventilador	1	-	0,4
Nave 2	Microondas	1	-	2,0
Nave 2	Hervidor	1	-	2,2
Nave 2	Máquina de agua	2	-	0,3
Nave 2	Centrífuga	1	-	25,0
Nave 2	Rociador	1	Velo RSR 80 C/2 BOMBAS	11,0
Nave 2	Centrífuga	1	-	15,0
Nave 2	Refrigerador	2	-	0,3
Nave 2	Lavavajillas	1	-	1,5
Nave 2	Refrigerador pequeño	1	-	0,3
Nave 2	Extractores	2	-	0,0
Nave 2	Calefactor	1	Somela	2,0

Anexo 3

Consumos de Petróleo y GLP Anuales.

PETRÓLEO			CONSUMO GLP		
	Litros Petróleo	Importe		Caldera (L)	Caldera (\$)
ene-14	0	0	ene-14	7546	\$ 2.557.132
feb-14	0	0	feb-14	9804	\$ 3.339.818
mar-14	3.080	1.492.461	mar-14	17850	\$ 6.674.152
abr-14	13.058	6.440.325	abr-14	26777	\$ 10.224.090
may-14	8.200	4.050.670	may-14	22070	\$ 8.431.825
jun-14	160	78.972	jun-14	25730	\$ 9.830.136
jul-14	1.240	612.021	jul-14	24350	\$ 9.302.916
ago-14	200	98.715	ago-14	14062	\$ 5.372.334
sep-14	160	78.972	sep-14	15170	\$ 5.795.698
oct-14	40	19.743	oct-14	3250	\$ 1.241.666
nov-14	0	0	nov-13	8490	\$ 2.891.235
dic-14	0	0	dic-13	8808	\$ 2.986.975
TOTAL	26.138	\$ 12.871.879	TOTAL	183907	\$ 68.647.977

Anexo 4

Programa Calculador de $KgCO_2 eq$

FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq
Electricidad		kWh	0.385 Kg de CO ₂ eq/kWh	0

FACTORES DE EMISIÓN COMBUSTIBLES

Combustible	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de conversión	kWh	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq
Gas natural		Nm3	10.7056 kWh/Nm3	0	0.2016 Kg de CO ₂ eq/kWh	0
Gasóleo	26138	Litros	10.6 kWh/l	277062.8	0.2628 Kg de CO ₂ eq/kWh	72812.10384
Fuel		Kg	11.1611 kWh/Kg	0	0.2736 Kg de CO ₂ eq/kWh	0
GLP Genérico	91,953	Kg	12.6389 kWh/Kg	1162184.772	0.234 Kg de CO ₂ eq/kWh	271951.2366
Carbón nacional		Kg	5.6972 kWh/Kg	0	0.4032 Kg de CO ₂ eq/kWh	0
Carbón de importación		Kg	7.0917 kWh/Kg	0	0.3564 Kg de CO ₂ eq/kWh	0
Gas butano		Nº de bombonas o Kg	12.4389 kWh/Kg	0	0.2383 Kg de CO ₂ eq/kWh	0

Anexo 5

Programa Calculador de Reocupación de calor Atlas Copco



Potential Calculator



☒ Metric Units ☐ Imperial units

Compresor

Horas anuales de operación

8.760

Horas

Potencia Instalada

46

kW

Potencia en el eje

44

kW

Aplicación

Energía Actual generación agua caliente

Gas Natural

T° de agua de entrada

40

°C

T° agua requerida

60

°C

Ahorros

Recuperador de energia

267.968

kWh/ year

Agua caliente Libre

11.522.769

l / year @ 60 °C & dT 20°C

Ahorro tangible

13.157.205

€ / year

Reducción emisión CO2

49.574

ton/ year

Kit requerido

Energy Box S2 (30-55 kW)

Retorno de inversion

5

Meses