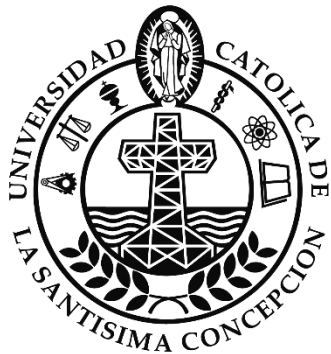


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial



# UCSC

**“PROPUESTA DE PLAN DE EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO PARA  
OLEODUCTOS TRASANDINOS CHILE S.A. PLANTA CENTRAL, HUALPEN,  
QUE PERMITA DISMINUIR LOS COSTOS EN CONSUMO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA”**

**BORIS NICOLÁS CARRASCO PACHECO**

**INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**Profesor Guía:**

Rodrigo Rebolledo V.

**Profesor informante:**

Walter Noack P.

## Resumen

La dependencia energética del país de los mercados externos, el agotamiento de los combustibles no renovables utilizados para la generación de energía eléctrica y el impacto ambiental que produce el uso de estos, ha llevado a un constante aumento en el precio de la energía eléctrica en Chile. De acuerdo a datos entregados por el Ministerio de Energía en los últimos 8 años se ha duplicado su valor, comenzando en los US\$65 MWh en el año 2006 y llegando hasta los US\$154 MWh en el 2011. Esto implica que el gasto en energía eléctrica sea parte importante en los costos de toda compañía ya que afecta directamente la productividad y la competencia de esta.

Es por esto que se hace necesario encontrar una forma de disminuir los gastos en energía eléctrica proporcionando un plan que aproveche al máximo la eficiencia de cada elemento que pueda proporcionar un ahorro significativo en la facturación mensual, así como también elaborar un plan que eduque y concientice a los trabajadores de la importancia de la eficiencia y ahorro energético.

Para esto se analizará el actual estado del sistema energético para identificar aquellas zonas que necesiten mejoras y luego proponer medidas de conservación de energía y analizar el impacto económico que tendrán estas en Oleoductos Trasandinos Chile S.A.

## Abstract

The energy dependence of the country on foreign markets, the depletion of the non-renewable fuels used to generate electrical energy and the environmental impact that produce the use of them, leads to a constant increase in the price of electrical energy in Chile. According to data provided by the ministry of energy, in the past 8 years its price has doubled, starting at US\$65 MWh in 2006 and reaching US\$154 MWh in 2011. This implies that spending in electrical energy it's a very important part of the cost of every company as it affects the productivity and the competition of the company.

That's why it's necessary to find a way to decrease the expenses in electrical energy, providing a plan that maximizes to the top the efficiency of every element that can provide a significant saving in the month bill, as well as elaborate a plan that educate and conscientizes to workers of the importance of the efficiency and energy saving.

In order to do this, the current state of the energetic system will be analyzed to identify areas that need improvements and then propose measures to preserve energy and analyse the economic impact of these in Oleoductos Trasandinos Chile S.A

## Agradecimientos

Agradecer a la empresa Oleoductos Trasandinos Chile s.a. por su completa disposición para desarrollar el tema propuesto, en especial a don Jun Carlos Ulloa Acardi, Jefe de mantenimiento y Marcos Pérez Peñailillo, Eléctrico, quienes fueron de gran ayuda en el desarrollo de este proyecto.

*Dedicado a mis padres, José y Mónica...*

## Índice

1. Introducción	
1.1 Introducción	1
1.2 Descripción de la empresa	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación de la propuesta	4
1.5 Delimitaciones	5
1.6 Metodología	6
2. Antecedentes	
2.1 Descripción del proceso de la Empresa	8
2.2 Conceptos generales	10
2.3 Eficiencia energética	10
2.4 Tarifas energéticas	11
2.5 Potencia	13
2.6 Factor de potencia	14
2.7 Precios de la electricidad en Chile	15
2.8 Eficiencia energética en el mundo	18
2.9 Eficiencia energética en Chile	20
3. Caracterización Energética de la Planta	
3.1 Descripción de la instalación eléctrica	26
3.2 Caracterización del consumo de energía	27
3.3 Caracterización energética de los equipos	36
3.4 Caracterización por área de la empresa	38
3.5 Caracterización de la iluminación de la planta	41
3.6 Eficiencia en motores	45
3.7 Cultura energética	48
4. Propuestas para eficiencia y ahorro energético	
4.1 . Cambio de motores eléctricos a motores de eficiencia energética	50
4.2 Implementación de energías renovables para alumbrado exterior	60
4.3 Ahorro energético	67
4.4 Cultura energética	68
4.5 Gestión energética	69
5. Conclusiones	70
6. Referencias Bibliográficas	73
7. Anexos	75

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Introducción

La eficiencia y ahorro energético se encuentran en la palestra como forma de combatir la creciente crisis energética y medio ambiental que afecta tanto a países desarrollados como otros en vías de este. Este uno de los puntos de mayor importancia en las agendas políticas, esto debido al gran potencial que tiene para disminuir el consumo energético, esto sin dejar de realizar las actividades diarias de cada empresa o hogar.

La eficiencia energética tiene como objetivos: disminuir la dependencia energética, vinculada a la competitividad industrial y comercial de una empresa y a la seguridad energética de un país; y reducir las emisiones de partículas contaminantes al medio ambiente (Lutz, 2001).

Actualmente, de acuerdo a estudios realizados por la Universidad de Chile, los cuales demuestran el gran potencial que posee Chile para poder implementar la eficiencia energética y energías renovables como lo son la solar y eólica.

Es por esto que el presente estudio planea caracterizar el consumo energético de Oleoductos Trasandinos Chile S.A., para poder determinar cuáles son las actividades que generan un mayor consumo y poder elaborar propuestas que permitan seguir realizando las mismas actividades obteniendo un menor consumo energético, y analizar sus repercusiones económicas dentro de la empresa.

### 1.2. Descripción de la empresa

Oleoductos Trasandinos S.A es una compañía internacional, la cual inició su actividad el 11 de diciembre de 1992 a través de la construcción y posterior explotación de un oleoducto entre la República de Chile y la Republica de Argentina, con su planta central ubicada en la comuna de Hualpen, calle camino Lengua # 3381. Dicho oleoducto operaba para el transporte

de petróleo desde Argentina hasta la central en Chile, donde se almacena en estanques para su posterior distribución a Enap o la Bahía de San Vicente para su exportación a diferentes destinos. El oleoducto cruza el territorio chileno bajo tierra, y posee Estaciones en diversas localidades del país, como lo son Andalien, Río Claro, Yungay, Avellano, entre otras, donde se encuentran bombas que regulan su presión y flujo del combustible, así como también válvulas de corte preventivas en caso de filtración o algún tipo de rotura en oleoducto.

A Partir del año 2010 razones políticas de la República de Argentina obligaron a detener el envío de petróleo hacia Chile, por lo que actualmente no transporta combustible a través del oleoducto principal, pero aún se encuentra en funcionamiento y en constante mantención para que su utilización sea inmediata al momento de volver a necesitar de él.

Las razones políticas obligaron a realizar un cambio en las forma de trabajo, es por esto que ahora la empresa se dedica a prestar servicios a Enap mediante el arrendamiento exclusivo del derecho de almacenar y distribuir petróleo a sus instalaciones. Todas las acciones que se realicen dependen completamente de esta empresa.

El oleoducto utilizado hoy en día, es el de menor longitud, el cual va desde la Bahía de San Vicente hasta la planta central en Hualpen y posee un diámetro de 30 pulgadas. Barcos contenedores de crudo llegan desde distintos destinos al terminal marítimo donde es se transporta a través del oleoductos hasta los estanques contenedores donde el crudo es mantenido, para luego ser enviado a Enap.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

Proponer un plan de eficiencia y ahorro energético para Oleoductos Trasandinos Chile S.A. Panta central, Hualpen, Que permita disminuir los costos en consumo de energía eléctrica.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos:

- 1) Identificar y caracterizar los principales elementos que actualmente representen la mayor parte del consumo de energía eléctrica en Oleoductos Trasandinos Chile.
- 2) Proponer y analizar medidas que permitan optimizar la relación entre el consumo de energía y el desarrollo de las actividades de la empresa.
- 3) Cuantificar y valorizar el impacto económico de las medidas propuestas.

#### 1.4. Justificación de la propuesta

La disminución de los combustibles no renovables, los efectos medioambientales que produce su combustión y el consumo excesivo de energía eléctrica y su tendencia al incremento, hacen que el precio de la electricidad en nuestro país sea cada día más elevado, lo que se ve reflejado en los altos costos en energía Eléctrica pagados por Oleoductos trasandinos Chile.

Según el Foro Económico Mundial, Chile se encuentra dentro de los países con los mayores costos de energía, es por esto que se justifica la elaboración de un plan de eficiencia y ahorro energético, el cual se plantea como primera opción para disminuir los costos ya que, de acuerdo con datos entregados por el Programa de Estudios y Energía de la Universidad de Chile (PRIEN) en el año 2008, el sector industrial y minero representa el 50% del total nacional del potencial de Eficiencia Energética al año 2020. Lo que nos asegura es posible disminuir en gran medida los costos de energía eléctrica, con un buen plan de eficiencia energética, lo cual, en paralelo a una gestión de ahorro de costos energéticos, podrían mitigar las alzas, ya que, al controlar la relación entre la oferta y demanda de la energía se disminuye el consumo. con un buen control se pueden lograr importantes reducciones de consumo de energía (AChEE, 2015).

Por otro lado , Chile importa la mayor parte de su energía, por lo que depende en gran medida de mercados internacionales. Es por esto, que el Gobierno de Chile, en conjunto con el Ministerio de energía, fomentan la utilización de energías renovables y eficiencia energética, por lo que dentro de su plan de acción al año 2020 contemplan medidas para promover la eficiencia energética dentro de las industrias y destacar aquellas que se comprometan con la iniciativa entregando un sello diferenciador , el cual pondrá a la empresa en un nivel más alto frente a la competencia y proyectará un compromiso con un consumo energético sostenible y sustentable, lo que además le permitirá recibir beneficios del Estado, en aportes monetarios (SelloEE, 2014).

Es por esta razón que Oleoductos Trasandinos Chile S.A necesita elaborar un plan de eficiencia y ahorro energético que logre mitigar los costos de energía eléctrica y además mejorar la imagen de la empresa.

#### 1.5. Delimitaciones

El proyecto se realizará en la planta central de Oleoductos Trasandinos en Chile, ubicada en Camino Lenga, comuna de Hualpén, ciudad de Concepción. Es acá donde se almacena el crudo y es enviado luego a la refinería Enap. La planta se encuentra en funcionamiento las 24 horas del día, para cumplir con los requerimientos que disponga Enap de acuerdo a un contrato de exclusividad y disposición. Diariamente se realizan mantenciones manuales a las instalaciones mecánicas, ya sea oleoductos, bombas, válvulas y estanques, así como también al equipo electrónico que comanda todo flujo del crudo, su mantención en cuanto a temperatura y nivel de humedad. Es por esto que se tiene como objetivo elaborar un plan de eficiencia y ahorro energético para disminuir los elevados gastos de energía en dicha planta.

El tiempo estimado para la realización del proyecto contempla un semestre académico, el cual comenzó en Enero del 2016 y se obtuvieron resultados el mes de Septiembre de dicho año.

Teniendo en consideración el tiempo de desarrollo del proyecto y el gran espacio e infraestructura de la empresa, el plan de eficiencia energética contempla las principales fuentes de consumo energético de la planta.

## 1.6 Metodología

Para el desarrollo de un plan efectivo se considerara la Auditoría Energética y los pasos a seguir planteados por el Manual Ahorro de Energía en la Industria y el texto “Auditoría Energética de Sistemas de Construcción: Un Enfoque de Ingeniería”. De acuerdo a esto se determinó el siguiente modelo para la elaboración de un plan de eficiencia y ahorro energético para Oleoductos Trasandinos Chile S.A.

Identificar y caracterizar los principales elementos que actualmente representen la mayor parte del consumo de energía eléctrica en Oleoductos Trasandinos Chile.

Construcción y análisis de datos de utilidad: El propósito principal de este paso es evaluar las características de los sistemas de energía y los patrones del uso de energía para la empresa.

- Documentación gráfica.
- Facturas de los consumos energéticos.
- Relación máquina y equipo.
- Etc.

Recorrido por la empresa: A partir de esto, se deben identificar las posibles medidas de ahorro de energía.

- Identificar preocupaciones y necesidades.
- Revisar los procedimientos de operación y mantenimiento actuales.
- Determinar las condiciones de funcionamiento existentes de los principales equipos de uso de energía (iluminación, climatización, sistemas, motores, etc.)

Análisis del comportamiento energético: Desarrollar un modelo que represente el uso de la energía existente y las condiciones de operación para el edificio. Este modelo será utilizado como una referencia para identificar las zonas de las instalaciones que necesitan mejoras.

Las principales tareas a realizar durante este paso son:

- Obtener y revisar los planos arquitectónicos, mecánicos, eléctricos y de control.
- Inspeccionar, probar y evaluar el equipo para la eficiencia, rendimiento y fiabilidad.
- Obtener todos los horarios de ocupación y de operación para el equipo.
- Estudiar la facturación del consumo de energía de Oleoductos Trasandinos Chile, periodos tarifarios, entre otros.

Proponer y analizar medidas que permitan optimizar la relación entre el consumo de energía y el desarrollo de las actividades de la empresa.

Evaluación Medidas de ahorro Energético y propuestas de mejora: Este es uno de los puntos más importantes, es acá donde se proponen las posibles mejoras técnicas para las instalaciones de la empresa. Para lograr este objetivo Krarti (2010) propone las siguientes tareas:

- Preparar una lista completa de las medidas de conservación de energía.
- Determinar el ahorro de energía debido a las diversas medidas de conservación de energía propuestas.

Analizar el impacto que tendría cada propuesta sobre el consumo total mensual de la planta.

## Capítulo 2

### Antecedentes

#### 2.1. Descripción del proceso de la empresa

A continuación se explica el proceso de trabajo de Oleoductos Trasandinos Chile y su forma de prestación de servicios. Actualmente Oleoductos Trasandinos tiene gran parte de las instalaciones en desuso producto de conflictos políticos con Argentina.

Como se mencionó anteriormente la labor de la empresa consiste en una prestación de servicios a Enap, la cual está determinado por transportar, almacenar y distribuir el crudo proveniente de la bahía de San Vicente de acuerdo a sus requerimientos.

##### 2.1.1. Proceso de descarga

Una vez que los barcos transportadores de crudo se encuentran en la Bahía de San Vicente estos son descargados mediante bombas que envían el combustible a través de ductos de 30 y 12 pulgadas hasta los estanques ubicados en la planta central.

Las bombas que son utilizadas para dicho proceso son parte de los barcos, es decir, la energía necesaria para su funcionamiento no sale de la empresa sino, de las propias embarcaciones que poseen bombas de descarga. La misión que tiene la empresa en dicho proceso es abrir las válvulas para el ingreso del combustible.

##### 2.1.2. Almacenamiento

Una vez que el crudo es descargado de los barcos, el combustible es distribuido a alguno de los tres estanques (el criterio de entrada ha cada estanque está definido según los requerimientos de la empresa demandante, Enap). Al momento de ir ingresando el combustible a cada estanque comienzan a funcionar los agitadores. Los agitadores son motores que tienen como misión mezclar el fluido que ingresa con el combustible que ya se encuentra en el estanque para homogenizar las características como son temperatura o peso.

Una vez que el proceso de descarga a finalizado y el fluido se encuentra almacenado, la empresa debe controlar su mantención y asegurar que se encuentre en las condiciones adecuadas, ya sea calor, peso o cantidad de agua que tenga la mezcla.

Para garantizar la temperatura adecuada, cada estanque posee un serpentín en el fondo, el cual funciona con vapor de agua para regular la temperatura del fluido. Dicho vapor es proporcionado por la refinería Enap, el cual es reciclado de uno de los procesos de la empresa. De esta forma se evitan el costo por vapor o por caldera para mantener la temperatura adecuada.

### 2.1.3. Separador gravitacional

Cuando el crudo llega a los estanque viene con agua, por densidad el crudo comienza a separarse del agua posicionándose sobre esta, constantemente se realizan muestreos para ver la calidad del petróleo, insertando medidores que marcan la cantidad de agua que posee el tanque, cuando el tanque tienen elevado porcentaje de agua es drenado hacia un separador gravitacional, el cual separa el crudo del agua, enviando de vuelta al tanque el combustible, mientras que el agua sobrante es dirigida hacia una bomba de agua la cual es encargada de enviarla a Enap para su tratamiento y posterior evacuación.

### 2.1.4. Distribución

El combustible es distribuído según requerimiento de Enap a través de los ductos, la labor de la empresa en este procedimiento es abrir paso mediante el accionar de válvulas para que la empresa contratante lleve combustible con bombas de succión.

## 2.2 Conceptos Generales

La electricidad se ha convertido hoy en día en una forma de energía imprescindible y con infinidad de usos, debido a su gran versatilidad y controlabilidad, a la inmediatez y a la limpieza desde el punto de vista de consumo. En el ámbito residencial es empleada para proporcionar toda clase de servicios, desde los más básicos hasta los asociados al ocio y un sin fin de comodidades. Pero el uso de la electricidad está igualmente extendido en los ámbitos comercial e industrial (Análisis y operación del sistemas de energía, J. Perez et al, 2002, p.1).

La Energía eléctrica y el apresurado ritmo del desarrollo humano está íntimamente ligado al progreso en la generación y distribución de la misma, de modo que muchas naciones tecnológicamente avanzadas se han preocupado por garantizar la oferta energética, investigando y desarrollando nuevas tecnologías de generación, transmisión y distribución. (IEA, 2002)

En el mundo, el 80% del consumo energético proviene de combustibles fósiles. En cuanto a la electricidad, el 60% se genera a partir de combustibles fósiles, un 16% con energía nuclear y otro porcentaje con hidroeléctrica. (Agencia internacional de energía, 2006). Estas formas de generación de energía tienen ciertas desventajas que repercuten en la sociedad. Primero, en relación a los combustibles fósiles, su combustión tiene efecto a nivel local y global (contaminación y cambio climático). Por otra parte, otras fuentes de energía como la hidroeléctrica y nuclear, han sido también causantes de importantes perturbaciones en el ambiente como es la destrucción o cambio de los ecosistemas (El consumo de energía fósil, M. Folchi et al, 2005, p. 2). Cabe destacar que las fuentes de energía fosiles son no renovables, es decir, su formación tomo millones de años y por lo tanto no pueden ser regenerados (Chile a Ciegas, Raúl Sohr, 2012, p. 95).

## 2.3. Eficiencia Energética.

Hoy en día el tema de la eficiencia energética se encuentra en la palestra para disminuir ya sea los costos económicos, como medioambientales. En América latina la eficiencia energética y las energías renovables representan un potencial importante para disminuir los

efectos negativos del excesivo consumo energético en continuo incremento, ya sea tanto en el ámbito residencial como comercial e industrial (Energías Renovables y Eficiencia Energética, H. Altomonte, 2003, p. 8).

Pero, ¿Que entendemos por eficiencia energética?

Según la Asociación Chilena de Eficiencia Energética, Eficiencia energética se define como “El conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Por eso, ser eficientes con el uso de la energía significa “hacer más con menos”.

Es importante señalar que eficiencia energética es diferente a ahorro energético, este último se define como dejar de utilizar o consumir menos energía. Esto puede significar reducir o dejar de realizar determinadas actividades, para evitar el consumo de energía (AChEE, 2015).

#### 2.4. Tarifa energética

De acuerdo a la compañía de electricidad CGE, la ley dispone de diferentes tipos de tarifa energéticas a libre disposición del consumidor, las cuales son fijadas cada 4 años por el ministerio de economía, estas tarifas se fijan mediante estudios que realizan tanto particulares como la Comisión Nacional de Energía (CNE), organismo que regula el mercado de la energía en Chile.

De acuerdo a esto existen diferentes tipos de tarifas las cuales son calculadas de acuerdo a la modalidad que corresponda.

##### 2.4.1. Tipos de Tarifas

A continuación se mencionaran y explicaran las diferentes tarifas que existen en nuestro país.

Tarifa BT1: Es la tarifa más simple, solo mide energía consumida y no existe cobro por la potencia demandada, esta tarifa es la que poseen los clientes residenciales, ya que, tiene una baja tensión y una potencia inferior a 10 kW. Se debe mencionar que esta tarifa realiza también cobros de acuerdo a diferentes periodos, invierno y verano y un cargo por energía adicional llamado “cargo de energía adicional invierno”.

La tarifa está compuesta por los siguientes cargos:

- Cargo fijo mensual.
- Cargo por arriendo.
- Cargo por energía base.
- Cargo por energía adicional.

Tarifa BT2 y AT1: En esta tarifa se separan los cobros de energía y potencia, la energía por su parte es medida por un medidor simple de energía, mientras que la potencia es contratada según disponga el cliente, y es controlada mediante un limitador de potencia. Estas dos tarifas se diferencian en su tensión, correspondiendo la primera a baja tensión y la segunda a alta tensión.

- Cargos de esta tarifa son:
- Cargo fijo mensual
- Cargo fijo por arriendo
- Cargo por energía
- Cargo por potencia contratada

esta tarifa también hace diferencia entre horarios y posee diferentes precios para estos.

Tarifa BT3 y AT3: esta tarifa también hace diferencia entre la energía y el potencial, a diferencia de la anterior ambas, tanto la potencia como la energía son medidas a través de un medidor con registrador de demanda máxima, estas tarifas de igual forma se diferencian el voltaje, siendo BT baja tensión (< 400 volt) mientras que AT alta tensión (> 400 Volt)

La tarifa está compuesta por los siguientes cargos

- Cargo fijo mensual
- Cargo fijo por arriendo
- Cargo por energía
- Cargo por demanda máxima.

Tarifa BT4 y AT4: en esta tarifa se separan los cobros por energía y potencia además se diferencia entre hora punta durante los periodos de abril a septiembre ( de 18:00 a 23:00

horas) y las horas fuera de punta, el resto del año. Esta tarifa está separada en tres grupos, BT4.1 - AT4.1, BT4.2 - AT4.2 y BT4.3 - AT4.3. En primero lugar estas tarifas se diferencian dentro del mismo grupo de acuerdo a su voltaje ya sea alta o baja tensión, luego la diferencia principal entre los grupos es las mediciones o contrataciones de energía y corriente, para entender mejor estas relaciones se puede observar la tabla 1 donde nos señala cual parte de la tarifa es medida y/o contratada.

Tabla 1: Conformación de Cobro de Tarifas.

	BT4.1 y AT4.1	BT4.2 y AT4.2	BT4.3 y AT4.3
Energía	Medida	Medida	Medida
Potencia a Horas de Punta	Contratada	Medida	Medida
Potencia fuera a Horas de Punta.	Contratada	Contratada	Medida

Fuente: Compañía General de Electricidad.

De acuerdo a esto se realizan los siguientes cargos

- Cargo fijo mensual
- Cargo fijo por arriendo de equipos
- Cargo por energía
- Cargo por potencia

Actualmente la empresa cuenta con la tarifa AT4.3, la cual se explica más adelante a fin de comprender el consumo energético de esta.

## 2.5. Potencia

Actualmente se hace distinción entre el consumo de energía requerido y la potencia utilizada. La potencia es un término de gran importancia al momento de realizar la caracterización energética. El Concepto de potencia se define como la tasa del trabajo que “se hace” o de la

energía gastada. La unidad fundamental de la potencia es el watt (W), definida como 1 J/s. (Análisis de circuitos en ingeniería, W. Hayt, 2002, p. 14) Actualmente la empresa tiene contratada un servicio eléctrico de corriente alterna la cual es generada en la central eléctrica del distribuidor. A partir de este tipo de corriente podemos obtener tres tipos de potencia:

- Potencia Activa
- Potencia Reactiva
- Potencia Aparente

Potencia Activa, es la potencia real o verdadera consumida por el sistema eléctrico durante su período Potencia activa normalmente se llama el poder real y se mide en kilovatios. Mientras tanto, Potencia Reactiva es la potencia necesaria para producir un campo magnético para operar el sistema eléctrico (tales como motores de inducción). La Potencia Reactiva se almacena y luego liberado por el sistema eléctrico; este poder típicamente se denomina potencia reactiva y se mide en kVAR. Aunque el usuario del sistema eléctrico en realidad consume sólo la potencia activa o real, el proveedor de electricidad tiene que poner a disposición del usuario tanto la potencia activa como la potencia reactiva. La suma algebraica de Potencia activa y potencia reactiva constituye el PT de potencia total. Por lo tanto, la compañía de electricidad tiene que saber, además de la potencia real necesario por el cliente, la magnitud de la potencia reactiva, y por lo tanto la potencia total.

## 2.6. Factor de Potencia

El factor de potencia es un indicador de un correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, el cual relaciona la potencia activa y la potencia aparente, es decir la potencia real y la potencia total del circuito. Este factores un porcentaje, el cual será mejor cuanto más cercano a la unidad de encuentre

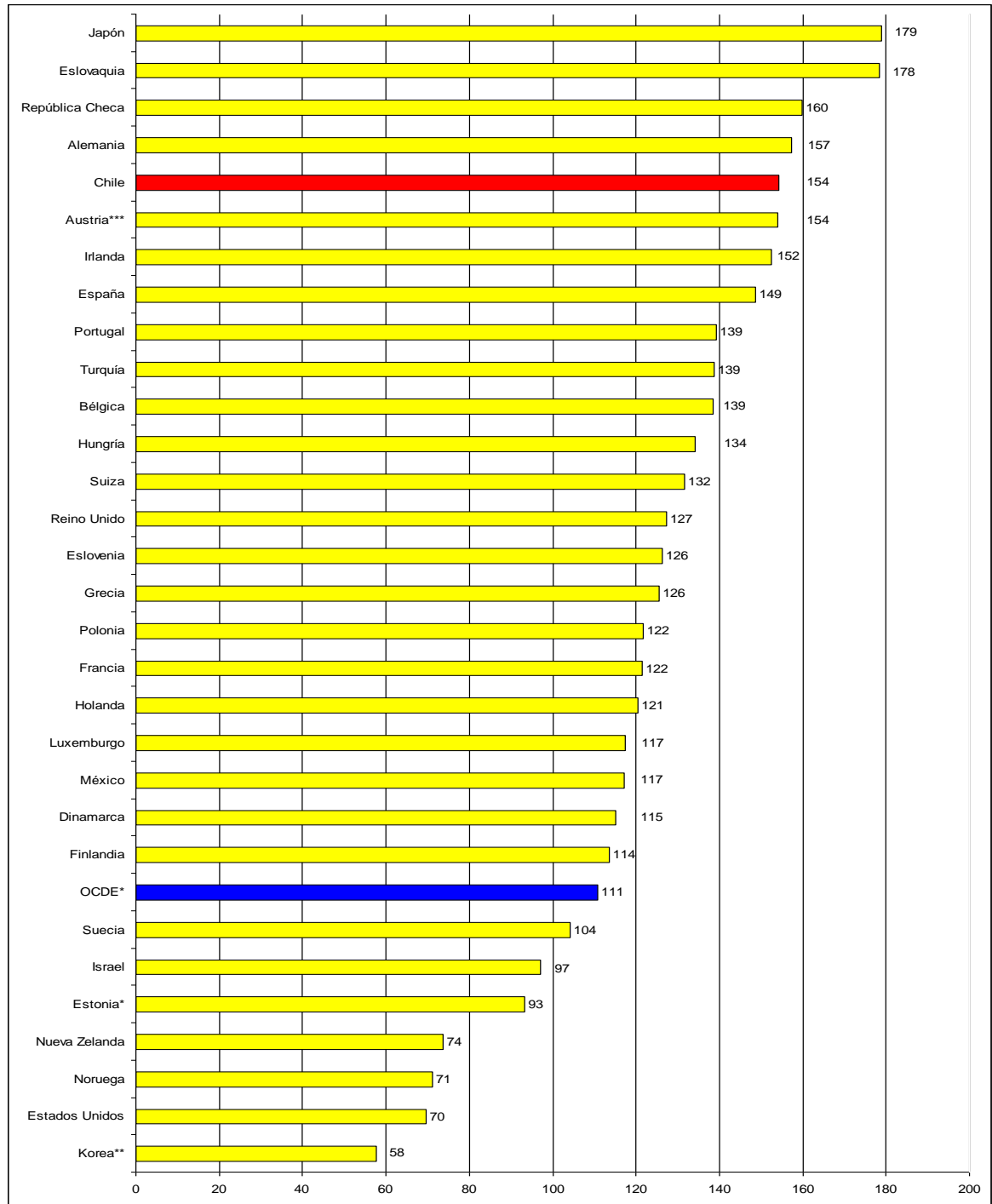
## 2.7. Precios de la Electricidad en Chile

De acuerdo a un informe realizado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), en donde se compara Chile con los países de la OCDE y Latinoamérica, nuestro país se sitúa sexto dentro de los 34 países de acuerdo a los precios más altos de la electricidad con un precio de 154

US\$/MWh, encontrándose un 50 US\$ por encima del promedio ponderado. Esto se puede observar de mejor manera en la figura 1 y 2 donde se muestra al consumo de energía para la industria y los hogares respectivamente.

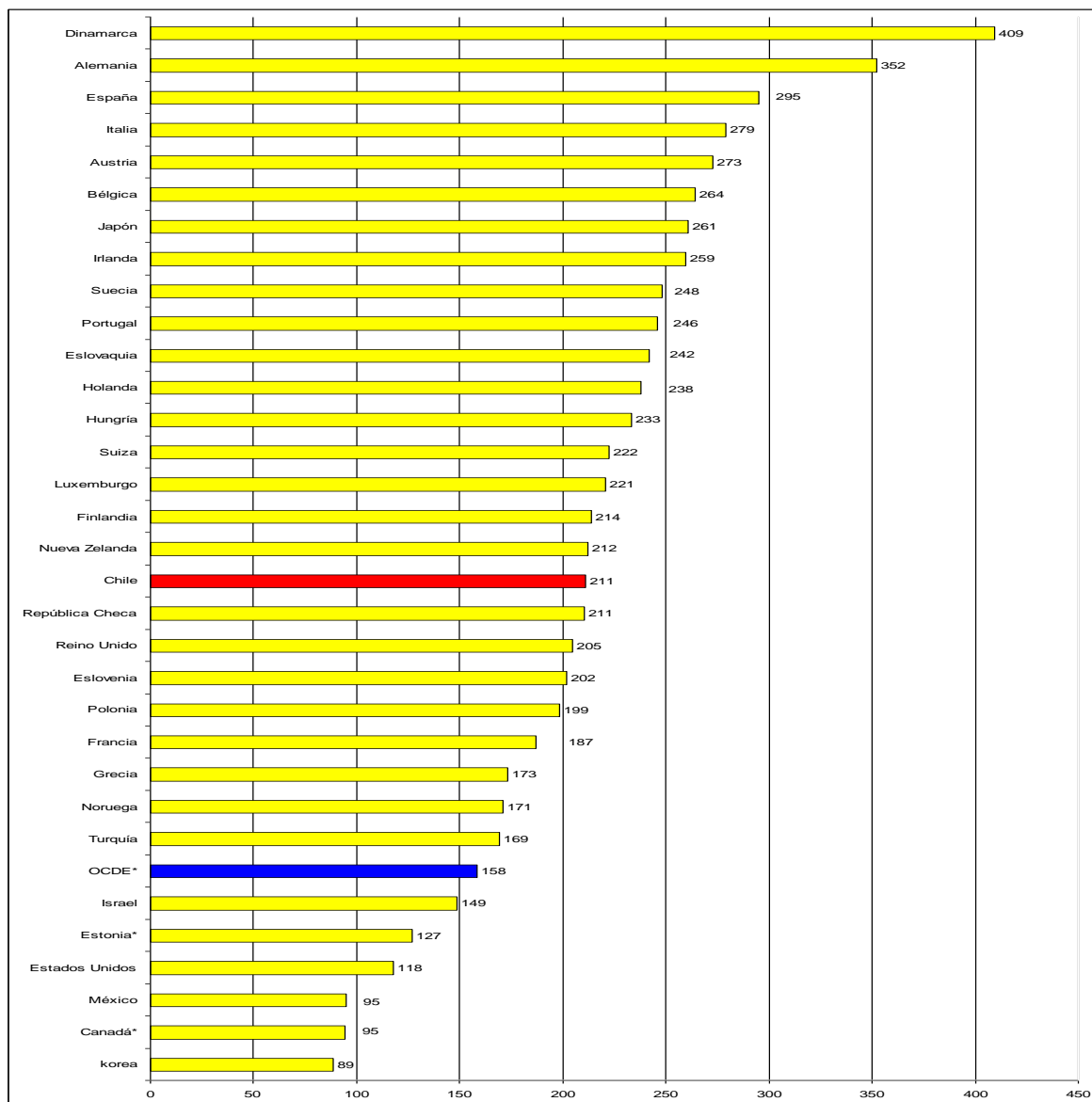
Podemos apreciar en las figuras que el precio para la electricidad de la industria se encuentra posicionado en un puesto más alto en comparación al precio de electricidad para los Hogares. En la Industria Chile se encuentra en la sexta posición con un precio de 154 US\$/MWh por debajo de Italia, Japón, Eslovaquia, República Checa y Alemania, mientras que en los hogares Chile se sitúa en la posición 18 con un precio de 211 US\$/MWh al año 2011.

Figura 1 : Precios de la electricidad para la Industria en la OCDE 2011(US\$/MWh)



Fuente: Informe BNC, comparación precios electricidad en Chile y países de la OCDE.

Figura 2 : Precios de la electricidad para la Industria en la OCDE 2011(US\$/MWh)



Informe BNC, comparación precios electricidad en Chile y países de la OCDE.

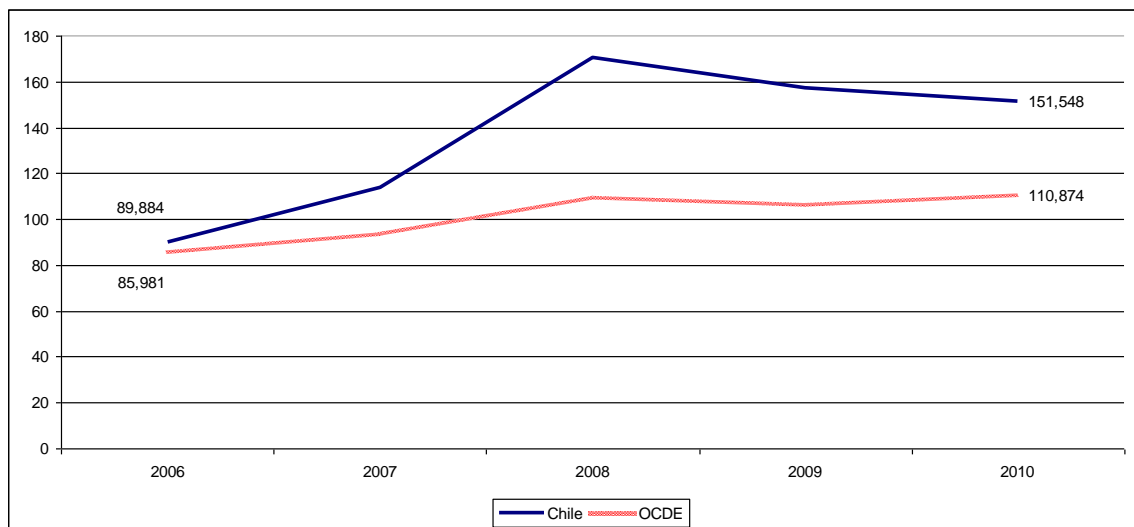
### 2.7.1 Evolución de los precios

A continuación se presenta la tendencia de los precios en relación a los años 2006 – 2011 para los precios de la electricidad de la industria en Chile en comparación a la OCDE. De

acuerdo a la figura 3, podemos notar que ambos han seguido una tendencia creciente, es decir, a medida que aumentan los periodos, ha ido incrementando el precio de la electricidad, pero se puede observar que este incremento es más notorio en Chile, principalmente en los años 2006-2008.

Al comienzo de los periodos los precios eran similares en torno a los 90 US\$/MWh, en el año 2010 los precios en Chile aumentaron a 151,5 US\$/MWh mientras que para el conjunto de la OCDE aumentaron hasta los 110,8 US\$/MWh, acá se puede notar como en Chile la relación precio consumo ha ido en incremento mucho mayor en comparación al promedio.

Figura 3: Evolución de los precios de la electricidad para la industria en Chile y la OCDE



Fuente: Informe BNC, comparación precios electricidad en Chile y países de la OCDE.

## 2.8. Eficiencia energética en el mundo

La sociedad actual necesita de un alto consumo energético para la mantención de su nivel de vida, por lo tanto el reto consiste en buscar el desarrollo sostenible manteniendo el nivel de actividad, de transformación y de progreso, pero ajustado las necesidades a los recursos existentes y evitando el derroche energético. Además, una de la preocupaciones más

importantes que tienen los diferentes gobiernos es la conservación del medio ambiente, lo que ha llevado a diferentes países de todo el mundo a buscar soluciones. Consecuencia de esta preocupación es el protocolo de Kyoto<sup>1</sup>, en el cual una de las medidas más importantes a cumplir es el fomento del ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores (Eficiencia Energética en Edificios).

En España, al igual que en el resto de Europa, existe un importante apoyo público al ahorro y la eficiencia energética. El instrumento principal es la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012, que ha sido desarrollada mediante el Plan de Acción 2008-2012, y el Plan de Activación del Ahorro 2008-2011. También se incluyen referencias al ahorro y la eficiencia energética en la Estrategia Española de Desarrollo sostenible, o en los planes nacionales de asignación (PNA) de derechos de emisión de CO<sub>2</sub>. La estrategia de este país consiste en promover la eficiencia energética, incrementar la competitividad de los sectores productivos concernidos, ayudar al cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales en materia ambiental, así como contribuir a la modernización del tejido tecnológico. El ahorro energético contemplado, se refiere a una reducción de la intensidad energética primaria del 7,2% en 2012 con respecto a 2004. Para conseguir todos estos objetivos, en la Estrategia se plantean objetivos sectoriales, se proponen medidas y se definen los instrumentos que es preciso aplicar, cuantificando costes y ahorros energéticos derivados (Economía y Medio Ambiente, P. Linares, 2009, p. 77 -78).

Posterior a esto, ese constituye un segundo Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, Dicho plan en su artículo 4 de la Directiva 2006/32/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos fija un objetivo mínimo orientativo de ahorro energético del 9% en 2016 (IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) .Dentro del nuevo plan de acción se analizan los resultados que se obtuvieron a partir de su primera versión y se proyectan los nuevos escenarios a partir de las nuevas medidas contenidas en el plan y de los instrumentos o mecanismos que harán posible su

---

Protocolo de Kyoto: resultado de un acuerdo realizado entre la mayoría de los participantes de la Convención de Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, Ricardo Laferriete, 2008, p. 29.

ejecución, dentro de estas se encuentran entre mecanismos de apoyo (“financial instruments”), mecanismos de formación, comunicación e información (“information and mandatory measures”) y actuaciones de impulso y dinamización del mercado de los servicios energéticos (“energy services for energy savings”). (Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020)

En la Unión Europea el apoyo político a la eficiencia energética es incluso mayor. En los últimos tiempos, la Unión ha afirmado su postura en el Libro Verde de eficiencia energética «Hacer más con menos» (EC, 2005), el Libro Verde de energía «Estrategia europea para un suministro energético seguro, competitivo y sostenible» (EC, 2006a), el Plan de Acción para la Eficiencia Energética (EC, 2006b), o en las propuestas relacionadas con el programa Climate Action (EC, 2008), en las que la eficiencia energética juega un papel fundamental, relacionada de nuevo con los objetivos de la Unión en materia de cambio climático.

En Latinoamérica el tema de la eficiencia energética y energías renovables tiene gran potencial, el cual mitiga de buena manera los efectos negativos del continuo incremento del consumo energético, inducido esto, tanto por el crecimiento económico como por transformación de las distintas sociedades hacia modelos con más conciencia ecológica (Energías Renovables y Eficiencia Energética en América Latina, H. Altomonte, 2003, p. 7).

## 2.9.Eficiencia Energética en Chile

De acuerdo con datos entregados por el Programa de Estudios y Energía de la Universidad de Chile (PRIEN) en el año 2008, el sector industrial y minero representa el 50% del total nacional del potencial de Eficiencia Energética al año 2020. Por otra parte, este sector representa un 37% del consumo total de energía de acuerdo al Balance Nacional de Energía del año 2011 (BNE). Por lo tanto, para ésta área es fundamental lograr el desarrollo de proyectos tendientes a establecer un uso eficiente de los recursos energéticos en los diferentes subsectores que abarca, contribuyendo al desarrollo de los mismos (ACEE, 2015).

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, podemos determinar que Chile es un país con gran potencial en cuanto a eficiencia energética, y da sus primeros pasos en el tema en el año 2005 donde se creó el “Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) realizado por la

Comisión Nacional de Energía, años después surge la UNESCO junto al programa “Energías Limpias” y ya en el 2010 se crea el Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, dependiente del ministerio, organismo público privado y coordinador entre el mercado y el Estado.

Debido al constante crecimiento en la demanda de energía en Chile, así como también la dependencia energética, el calentamiento global y la expansión del sistema eléctrico, entre otros factores, ha nacido también en la necesidad en nuestro país de buscar soluciones vinculadas al mejoramiento de la Eficiencia Energética. Es por esto que el país ha ido desarrollando planes de acción a fin de estimular los primeros pasos para establecer pilares firmes sobre los cuales se asentar una estrategia energética país para el uso de la eficiencia energética, este plan fue llamado “Plan de Acción de Eficiencia Energética” (Anesco Chile, 2015).

El desarrollo económico experimentado por Chile ha producido un aumento de 122% en el consumo de energía entre 1991 y 2011. Es por esto, y pensando a futuro que debemos asegurar contar con un suministro de energía que sea confiable y sostenible. Según el Ministerio de Energía, el consumo de energía eléctrica en Chile podría crecer entre un 5,5% y 6,5% anualmente hasta el año 2020. Ello implica que se requerirá aumentar la capacidad de generación entre 7.000 MW y 8.000 MW hacia fines de esta década.

El Plan de Acción tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada hacia el año 2020. Para ello propone una serie de medidas cuyo objetivo es aumentar la eficiencia energética en todo el país. Estas medidas se dividen por sector industrial y minero, sector transporte, sector edificación, uso final de artefactos y uso de la leña, más algunas propuestas orientadas a generar un cambio cultural en la población, transversales a todos los sectores mencionados.

El gobierno de Chile, ante el gran incremento del consumo de Energía, el cual va de la mano con el valor de esta, ha propuesto diversas alternativas para eficiencia energética en distintos sectores, algunas de estas propuestas son:

- Sector Industrial y Minero

Propone fomentar la implementación de los sistemas de gestión de energía, promover la cogeneración, fomentar la asistencia técnica a proyectos de eficiencia energética e incorporar tecnologías eficientes (Anesco Chile, 2015).

- Sector Transporte

El plan sugiere mejorar la eficiencia energética de los vehículos livianos y medianos que ingresen al parque automotriz, mejorar la eficiencia de operación del transporte de pasajeros y fomentar la introducción de tecnologías más eficientes en el parque de vehículos pesados. Asimismo se propone incentivar cambiar hacia un transporte más eficiente y desarrollar la movilidad eléctrica (Anesco Chile, 2015).

- Sector Edificación

Algunas de las propuestas son mejorar la calidad energética del equipamiento en edificaciones que estén construidas sin estándares de eficiencia energética, promover el diseño de edificios con alto estándar de eficiencia energética, y promover la oferta tanto de productos como servicios de construcción que posean criterios de eficiencia (Anesco Chile, 2015).

- Medidas transversales

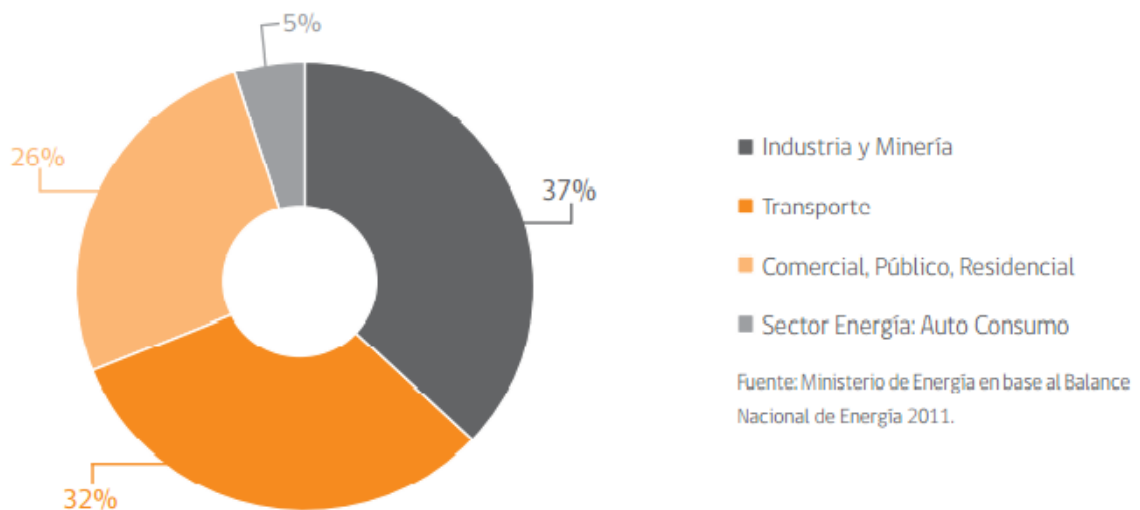
Como complemento a las propuestas planteadas para cada sector, se propuso la creación de un Comité Interministerial de Eficiencia Energética, la creación de un Sello de Eficiencia Energética (presentado a mediados de mayo), el fomento a la investigación y desarrollo en eficiencia energética, e incentivos para que se mida y verifique la implementación de medidas de eficiencia energética (Anesco Chile, 2015).

La Estrategia Nacional de Energía también señala, en su plan de eficiencia energética 2020 que se debe “adoptar un compromiso decidido con la eficiencia energética e impulsarla como una política pública de suma importancia en la búsqueda de una reducción del consumo y de desacople entre crecimiento y demanda energética”. Para lograr este objetivo, establece que “es fundamental fijar una meta concreta de eficiencia energética que ordene todas las medidas disponibles para su consecución. Conforme a los estudios realizados y a un adecuado resguardo de la productividad, nuestra propuesta es que en 2020 podamos alcanzar una

disminución del 12% en la demanda de energía final proyectada hacia ese año” (Ministerio de Energía, 2015). Estas medidas también tendrán consecuencias positivas, como lo son el aumento en el nivel de producción y menores de emisión de CO<sub>2</sub>, entre otros.

De acuerdo a los datos entregados por el plan de acción de Eficiencia energética 2020 La industria y la minería es donde actualmente se consumen la mayor parte de la energía del país.

Figura 4 : Porcentaje de participación según el consumo de energía.



Fuente: Ministerio de energía, Chile.

Centrando la atención en el mayor consumidor de energía, se ampliara las medidas propuestas por el gobierno en el plan de acción las cuales son:

- Promover la implementación de sistemas de gestión de Energía: Se fomentan los Sistemas de Gestión de energía basándose en la norma ISO 50.001 y fomentar las auditorías energéticas, que permitan aumentar las capacidades técnicas y profesionales para la correcta implementación de las medidas de eficiencia energética (Plan De Acción Eficiencia Energética, Ministerio de Energía, 2014).
- Promover y fomentar la Cogeneración: Se diseñarán programas que permitan mejorar las ingenierías e incrementen las inversiones de sistemas de cogeneración, junto con un plan de trabajo orientado a eliminar las barreras regulatorias y así alcanzar altos

niveles de penetración de la tecnología de cogeneración en Chile (Plan De Acción Eficiencia Energética, Ministerio de Energía, 2014).

- Fomento a la Asistencia Técnica a Proyectos: Se impulsará en la industria y empresas de ingeniería el diseño e implementación de nuevos proyectos con criterios de eficiencia energética, mediante asistencia técnica, cofinanciamientos y capacitaciones. (Plan De Acción Eficiencia Energética, Ministerio de Energía, 2014).
- Incorporación de Tecnologías Eficientes: Se apoyará la incorporación de nuevas tecnologías específicas y con mayores niveles de eficiencia sobre el sector, mediante la interrelación entre proveedores y consumidores, asistencias técnicas, cofinanciamientos y nuevas reglamentaciones (Plan De Acción Eficiencia Energética, Ministerio de Energía, 2014).

En diciembre del 2015 se aprobó la nueva política energética denominada “Energía 2050” en donde se exponen las nuevas estrategias a largo plazo para el sector energético. Dentro de dicha política se propone una visión correspondiente a un sector confiable, sostenible, inclusivo y competitivo con el fin de avanzar hacia una energía sustentable.

Para lograr este objetivo la política se sostiene en 4 pilares fundamentales, los cuales son:

- Seguridad y calidad de suministro.
- Energía como motor de desarrollo.
- Energía compatible con el medio ambiente.
- Eficiencia y educación energética

Dentro de metas propuestas para cada uno de estos pilares se encuentran:

- Desarrollo energético inclusivo
- Acceso equitativo a servicios energéticos y calidad de vida
- Inclusividad territorial
- Competitividad del sector energético
- Matriz energética renovable
- Regulaciones ambientales

- Educación y cultura energética
- Eficiencia energética.

Pero no tan solo el sector estatal ha desarrollado políticas de eficiencia energética, sino también el sector privado dentro de tendencias que promueven la construcción sustentable, donde destaca un gran aumento en los métodos de certificación ambiental, como LEED<sup>2</sup> que proviene de los Estados Unidos. Gran parte del mercado ha adquirido rápidamente este método de certificación como una manera de asegurar calidad energética-ambiental de las edificaciones y utilizarla como una herramienta de marketing a modo de diferenciación y generar una imagen con conciencia ecológica, así como un ahorro en el consumo futuro de energías no convencionales.

---

LEED: (Leadership in Energy & Environmental Design) es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council).

## Capítulo 3

### Caracterización Energética en la Empresa

Oleoductos Trasandinos Chile y su planta central ubicada en la comuna de Hualpen, tiene como labor, actualmente, almacenar el petróleo que descarga desde barcos en la bahía de San Vicente hasta sus estanques en el parque industrial Hualpen para luego ser enviado a la refinería ENAP. Como se mencionó en las delimitaciones se consideró sólo la planta central para la realización del plan de eficiencia y ahorro energético, planta en la cual se almacena y luego distribuye el petróleo.

Oleoductos Trasandinos cuenta con un gran consumo de energía eléctrica tanto en sus procedimientos de descarga para almacenamiento, así como también en la mantención de este y posterior evacuación, cabe destacar que de igual forma las actividades de oficina y operación representan un consumo de energía. De esta forma a continuación se identificó y caracterizó el comportamiento energético de la empresa, esto de acuerdo a una previa recolección de datos y documentos necesarios que permitan obtener resultados de forma confiable, entre los cuales se encuentran:

- Facturas de consumo eléctrico.
- Planos de procesos.
- Manuales de motores y equipos.
- Documentación diaria y mensual de movimientos de Oleo.
- Planos de Iluminación.
- Listado del equipamiento instalado.
- Datos de los distintos procesos.

Se realizó un recorrido por la empresa para poder observar los procedimientos y condiciones de funcionamiento de los equipos de forma visual así como también se tuvo conversaciones con empleados que permitan conocer más a fondo el comportamiento y procedimientos de acuerdo a la experiencia y educación de estos.

### 3.1. Descripción de la instalación eléctrica

Actualmente Oleoductos Trasandino Chile tiene como proveedor de energía eléctrica a CGE, quien abastece a través de cables de alta tensión la electricidad a la planta ubicada en Hualpen, Parque Industrial.

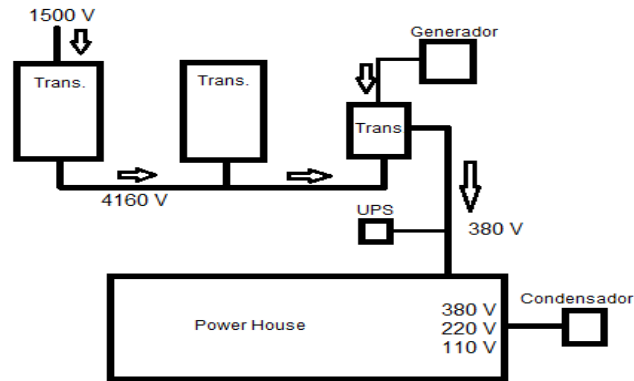
La Planta posee una potencia conectada de 1948.5 kW, esto quiere decir, la potencia máxima que será entregada a través del medidor será de 1948,5 kW.

Oleoductos Trasandinos posee 3 transformadores, los cuales tienen como labor disminuir la tensión manteniendo invariante la potencia. En la figura número 5 se puede observar que la energía llega con una tensión de 1500 V, luego de esto hay dos transformadores de igual magnitud que disminuyen la diferencia de potencial a 4160 V para luego ingresar a un transformador más pequeño que finalmente baja la tensión a 380 V para luego ser distribuida por la “Power House” con tensiones de 380 V, 220 V y 110 V.

Actualmente se encuentra conectado un condensador, el cual es el encargado de disminuir el desfase de ondas, es decir, disminuye la energía reactiva transportada, lo que hace que requiera menos corriente.

En la figura también se puede observar la presencia de un generador y un UPS. El primero es una medida de seguridad en caso de un corte de energía por parte de la compañía para que las actividades no cesen y no se produzcan inconvenientes. Por otra parte el UPS es un dispositivo que almacena energía, con el fin de seguir entregando energía en caso de interrupción eléctrica.

Figura 5: Descripción Eléctrica de OT.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2. Caracterización del consumo de energía

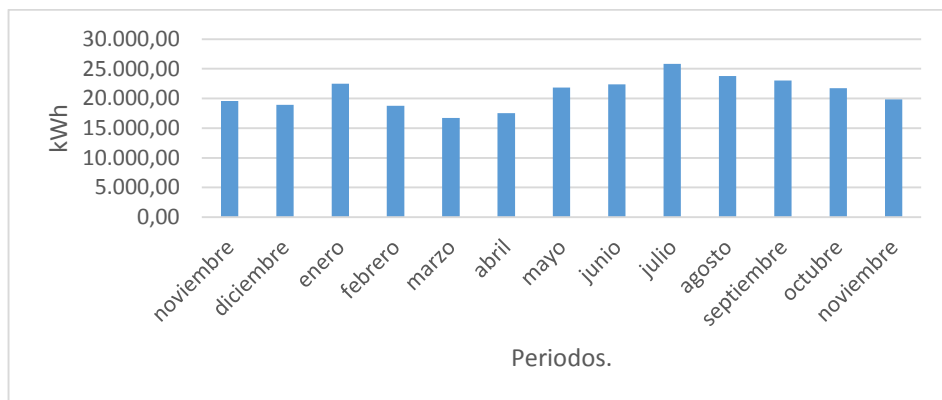
El consumo energético de la planta se obtuvo de las facturas mensuales que entrega la empresa que suministra energía, en este caso CGE. A continuación en la tabla 2 se muestra el consumo de energía de la empresa durante los últimos doce meses, el cual es igual a 272.539,10 kWh. En la figura 6 se puede apreciar de mejor forma el comportamiento de consumo de energía (kWh) de la empresa. Podemos notar que el mes de julio, agosto y septiembre son los meses con mayor consumo energético con 25.816,05 , 23.775,75 y 23.026,50 kWh respectivamente. Este alto consumo puede verse explicado por condiciones climáticas, es decir, meses en que se presenta un alto consumo en el aire acondicionado para calefacción en los periodos de invierno.

Tabla número 2: Consumo Eléctrico mensual de la planta.

Periodo		Consumo (kWh)
Año	Mes	
2014	Noviembre	19.590,75
2014	Diciembre	18.943,05
2015	Enero	22.487,40
2015	Febrero	18.774,00
2015	Marzo	16722,05
2015	Abril	17.548,65
2015	Mayo	21.857,85
2015	Junio	22.391,85
2015	Julio	25.816,05
2015	Agosto	23.775,75
2015	Septiembre	23.026,50
2015	Octubre	21.743,55
2015	Noviembre	19.861,65
Total		272.539,10

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6: Consumo de Energía Eléctrica Mensual.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.1. Tarifa

Actualmente la empresa cuenta con una tarifa contratada de tipo AT 4.3 (Alta tensión 4.3) la cual implica que además de cobrar por la energía consumida también se considera la potencia, la demanda suministrada, cargo fijo mensual y arriendo de equipos, siendo los de mayor importancia los tres primeros, ya que estos son los más influyentes en el valor total de la factura. Cabe mencionar que estas cifras son medidas mensualmente, es decir, personal de la compañía de electricidad contratada realiza mediciones mensuales para controlar el consumo mensual tanto de energía como de potencia, a diferencia de otras tarifas en las cuales algunas variables toman valores fijos por cantidad contratada. La elección de una tarifa adecuada de acuerdo a los requerimientos de la empresa puede ser un gran agente diferenciador en cuanto a costos energéticos. De acuerdo a lo anterior mencionado la compañía de electricidad realiza los siguientes cobros:

- Cargo fijo mensual: este cargo va incorporado en la factura todos los meses del año independiente del uso o consumo de energía de la empresa.
- Cargo fijo por arriendo de equipos: este cargo igual que el anterior es cobrado a los clientes que optaron por arrendar un equipo de medida.
- Cargo por energía: este cargo es variante y es medido, se obtiene midiendo la energía mensual consumida (kWh) multiplicada por el precio unitario de la energía (\$/kWh).
- Cargo por potencia: este cargo dependerá de la alternativa de tarifa elegida, ya que puede ser medidas y/o contratadas.

### 3.2.2. Variación Consumo / Volumen

De acuerdo a lo revisado en el proceso de la empresa el consumo de energía debiese aumentar a medida que ingresan metros cúbicos de petróleo a los tres respectivos estanques, esto debido a que al momento que el crudo comienza a ingresar, se activan los agitadores, estos son motores que mueven el petróleo que ingresa en conjunto al que ya se encuentra en el interior del estanque para homogeneizar su composición (ya sea temperatura o peso) siendo estos los que generan un mayor consumo dentro de la planta debido a la gran demanda de

energía que se necesita para su funcionamiento, esto se podrá apreciar de forma más clara en el desglose energético del proceso.

En la tabla 3 se observa el consumo energético y metros cúbicos de combustible ingresado a los estanques de acuerdo a una composición mensual, es decir, la cantidad de combustible que la empresa recibe para ser almacenado y posteriormente distribuidos durante los últimos doce meses, esto es desde Noviembre 2014 hasta noviembre 2015 y también se muestra la variación porcentual que estos poseen tanto en consumo energético como en el ingreso de metros cúbicos a los estanques. Se puede apreciar anomalías en relación a la cantidad de crudo que ingresa con el consumo energético. Esto queda evidenciado en el mes de Septiembre, en donde se produce una variación del consumo energético de tan solo un 3% en relación al mes anterior, mientras que la cantidad de metros cúbicos disminuyó a más de la mitad teniendo una variación de 105%. Lo mismo se puede observar en el mes de Febrero en donde el consumo energético disminuyó en un 17% en comparación el mes de Enero siendo que la cantidad de metros cúbicos de crudo ingresados a los tres estanques aumentó en un 55%.

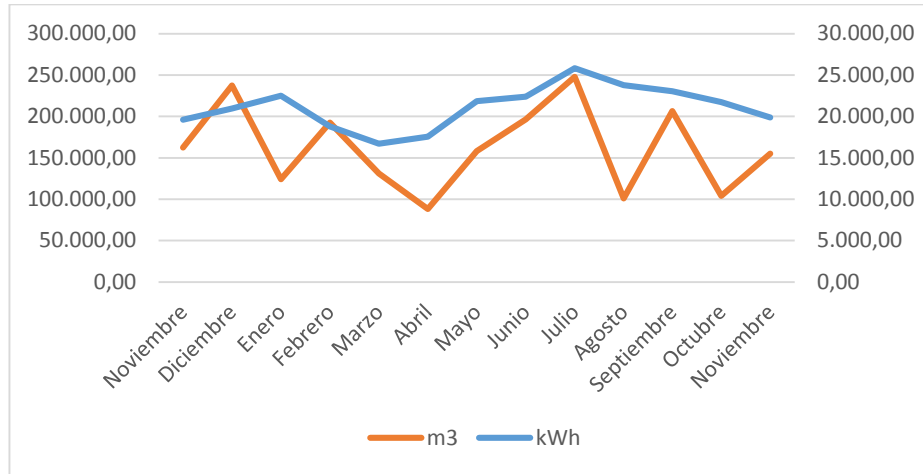
Tabla 3: Variación de consumo eléctrico y metros cúbicos ingresados.

Periodo	kWh	Variación	m3	Variación
Noviembre	19.590,75		162.478,60	
Diciembre	20.943,05	-7%	237.397,15	-46%
Enero	22.487,40	-7%	124.250,00	48%
Febrero	18.774,00	17%	192.588,28	-55%
Marzo	16.722,05	11%	130.969,20	32%
Abril	17.548,65	-5%	88.355,69	33%
Mayo	21.857,85	-25%	158.186,55	-79%
Junio	22.391,85	-2%	196.428,91	-24%
Julio	25.816,05	-15%	247.755,71	-26%
Agosto	23.775,75	8%	100.828,31	59%
Septiembre	23.026,50	3%	206.672,45	-105%
Octubre	21.743,55	6%	103.854,19	50%
Noviembre	19.861,65	9%	155.160,56	-49%

Fuente: Elaboración propia

Esto queda mejor representado en la figura número 7 en donde se puede observar la tendencia de ambas variables en relación el tiempo, es decir, como varia la tendencia del consumo energético respecto de los metros cúbicos de crudo ingresados a los estanques a través del tiempo.

Figura 7: Variación de consumo eléctrico y volumen en el tiempo.

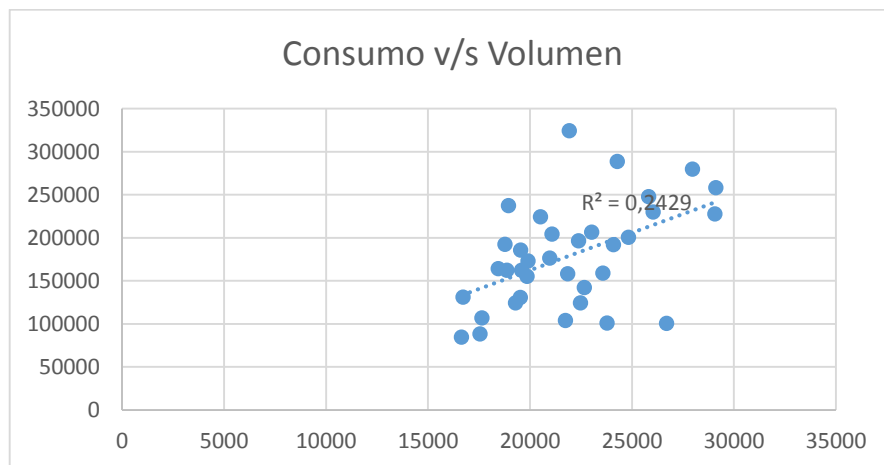


Fuente: Elaboración propia.

Se puede notar que el consumo de energía eléctrica sigue levemente la tendencia del volumen de crudo ingresado a los estanques de almacenamiento.

Para ver si existe correlación entre estas variables se analizó el diagrama de dispersión en el cual se consideraron los últimos 30 meses, de acuerdo a esto la figura 8 muestra que existe una correlación directa baja (24,9 %) entre el volumen ingresado y consumo de energía.

Figura 8: Diagrama de dispersión Consumo V/S Volumen.



Fuente: Elaboración Propia.

Esta baja correlación se debe en gran medida a que existen otras variables que influyen directamente en el consumo de energía dentro de la empresa.

### 3.2.2.1 Variables del consumo energético

La baja correlación que existe entre el consumo energético y la cantidad de metros cúbicos que ingresan a los estanques queda explicada por 4 variables, es decir, el consumo energético además de la cantidad de metros cúbicos ingresados, es influido por 4 factores que hacen variar su comportamiento, estas variables son las siguientes:

- 1) Tipo de crudo que llega para su descarga: De acuerdo a los requerimientos de la empresa que contrata los servicios de la planta llegan distintos tipos de crudo para la elaboración de diferentes productos. Lo que hace variar y diferenciar estos combustibles es su peso, medido en grados API<sup>3</sup>, al aumentar su peso el agitador necesita más potencia para poder mover en forma eficiente el combustible. Es por esto que si en un determinado mes llega más cantidad de un tipo de combustible con mayor peso, el agitador consumirá mayor energía debido al mayor requerimiento que necesita para realizar su labor. Cabe destacar que la frecuencia con la que llega determinado tipo de combustible es a requerimiento del cliente.
- 2) Estanque al que es destinado el combustible: Si el crudo es destinado al estanque uno, dos o tres, puede significar un gran diferencia. Esto principalmente debido a que dos de estos estanques tienen componentes que requieren menos consumo de energía que otros. el estanque 1 y 2 poseen características similares ya que fueron construidos en forma simultánea en igualdad de condiciones, en cambio el estanque número 3 fue construido tiempo más tarde a causa del gran aumento en la demanda. La principal diferencia entre los estanques es el potencial de los agitadores que tiene cada uno, esto es, el estanque 1 y 2 poseen agitadores con una potencia de 60 HP en cambio los

---

<sup>3</sup> La gravedad API de sus siglas American Petroleum Institute, es una medida de densidad que describe cuán pesado o liviano es el petróleo comparándolo con el agua. Si los grados API son mayores a 10 este será más liviano que el agua y por tanto flotará en esta.

agitadores del estanque número 3 tienen una potencia de 100 HP. Si determinado periodo se utiliza más el estanque número 3 el consumo de energía incrementara.

- 3) Estaciones del año: Esta variable afecta al consumo de energía eléctrica de forma directa al proceso, ya que, es variada según el clima o condiciones de luz , esto se debe a que en invierno aumenta el consumo de energía producto del uso de la calefacción para las instalaciones como lo son oficinas y salas de proceso. Las condiciones climáticas son de gran influencia dentro del consumo energético de la planta, debido a que el sistema de aguas lluvia está conectado al sumideros y al deparador gravitacional que envía el agua a Enap. Por ejemplo, si un periodo fue más lluvioso, el agua lluvia es llevada al separador gravitacional, donde el volumen se incrementa hasta accionar el sensor y enviar esta agua a la bomba. Una vez que el agua llega a la bomba, mediante sensores esta comienza a enviar esta agua a Enap. Es por esto que un mes con más lluvia es más frecuente el funcionamiento de las bombas de evacuación de agua y más alto el consumo de energía.
  
- 4) Requerimientos según Enap: distintos procesos, los cuales no se posee información ni registro requieren que los operarios realicen agitación de combustibles.

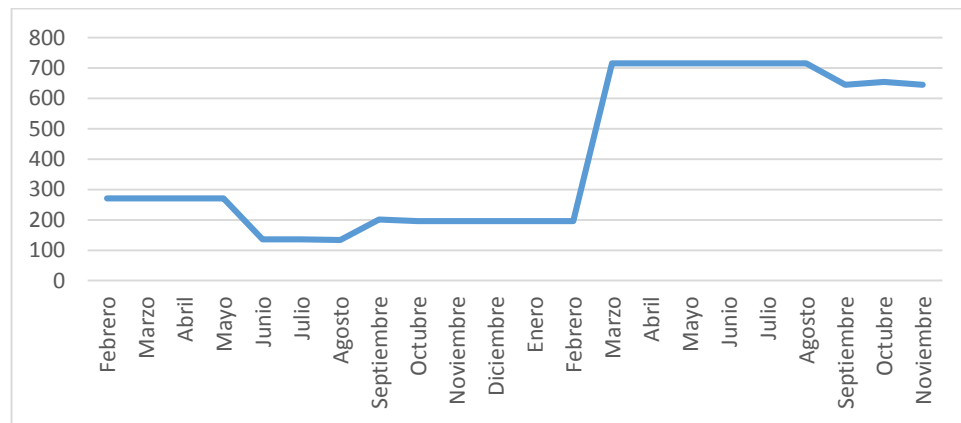
### 3.2.3 Potencia

Actualmente la empresa posee una tarifa AT4.3, como anteriormente se mencionó esta tarifa hace diferencia entre energía y potencia consumida, de acuerdo al tipo de tarifa, ambas variables son medidas mensualmente. En el caso de la potencia, recordemos que se subdivide en periodos de medición, en primer lugar periodo de invierno y verano, y en invierno podemos subdividir en “Horario punta” el cual corresponde de las 19:00 hasta las 23:00 horas y “Horario fuera de punta” o demanda suministrada.

### 3.2.3.1 Potencia Suministrada ( Demanda Suministrada)

La potencia suministrada es medida mensualmente y es variable en el tiempo, durante todos los meses del año, la figura número 9 representa el comportamiento de la potencia suministrada medida durante los últimos 22 meses. Se puede observar que si bien al inicio de la curva muestra una tendencia a la baja, en el mes de febrero aumenta considerablemente y mantiene un consumo constante hasta llegar al mes de Agosto en donde comienza a disminuir levemente el potencial suministrado.

Figura 9: Potencia Suministrada a la planta (KW).



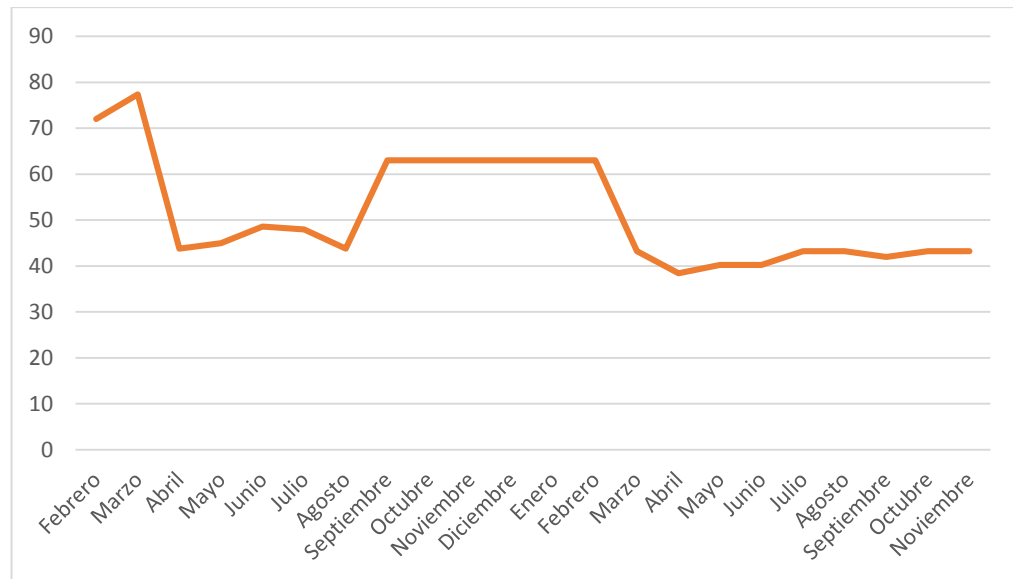
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3.2. Potencia en Horario punta (Demanda en horario punta).

La demanda en horario punta o potencia en horario punta puede variar o ser constante dependiendo del periodo tarifario en el que se encuentre, ya sea invierno o verano. La figura 10 muestra el comportamiento de la demanda de potencia en kW en horario punta de los últimos 22 periodos. Se puede notar que el consumo se mantiene constante durante los periodos de Septiembre a Marzo y luego los meses siguientes comienza a variar, esto es consecuente con la estructura de cobro de la tarifa contratada, ya que esta, durante los periodos de abril a septiembre comienza el periodo invierno en donde se paga de acuerdo a la potencia consumida de estos meses. Sin embargo, durante los periodos de octubre a marzo, la compañía de electricidad realiza un cobro de “Horario punta” de acuerdo a lo consumido en los periodos con horario de punta, es decir, durante el periodo de invierno se consideran

las dos más demanda de potencial en horario punta y se saca un promedio, el cual es cobrado durante el periodo de verano como un valor fijo.

Figura 10 : Demanda de potencia en horario punta (KW).



Fuente: elaboración Propia.

### 3.3. Caracterización energética de los Equipos

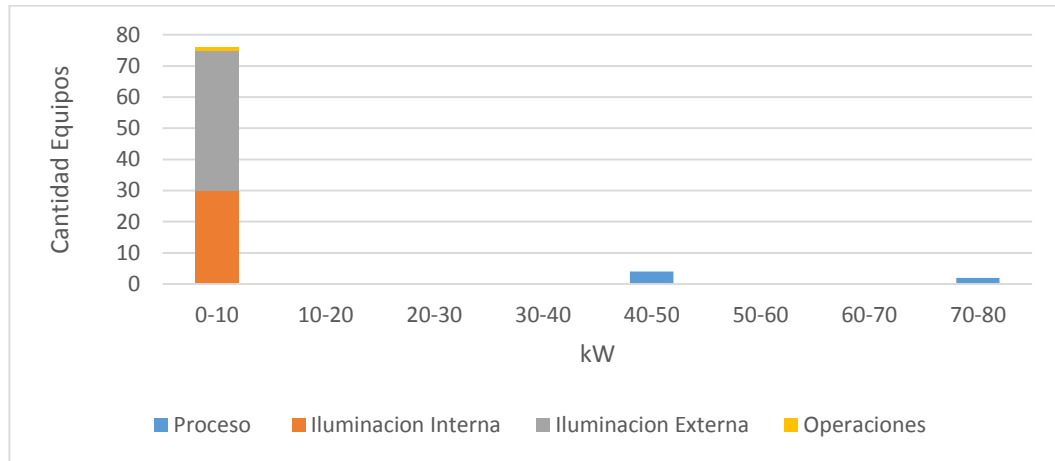
#### 3.3.1 Número de equipos en relación a su Potencia

La potencia de los equipos es un factor importante en el consumo energético de toda industria y su buena gestión e identificación de los requerimientos es de gran importancia.

La figura 11 muestra la relación entre el número de equipos y su potencia de acuerdo a las áreas de estudio. Se puede observar que la mayor cantidad de equipos se encuentra entre el rango de 0 a 10 kW, en donde identifica claramente que la iluminación externa e interna ocupan gran parte de este rango y en menor medida los equipos de proceso, esto debido a la gran cantidad de focos y tubos que existe por área. Por otro lado los equipos de mayor potencia, superan los 40 kW y su número es considerablemente menor a los de menos

potencia, en el rango de 40 a 50 kw se encuentran los agitadores de menos potencia pertenecientes a los estanque 6010 y 6020, mientras que en el rango de los 70 a 80 kW se encuentran los agitadores del estanque 6030 los que poseen la mayor potencia dentro de la planta.

Figura 11: Número de equipos V/S Potencia.



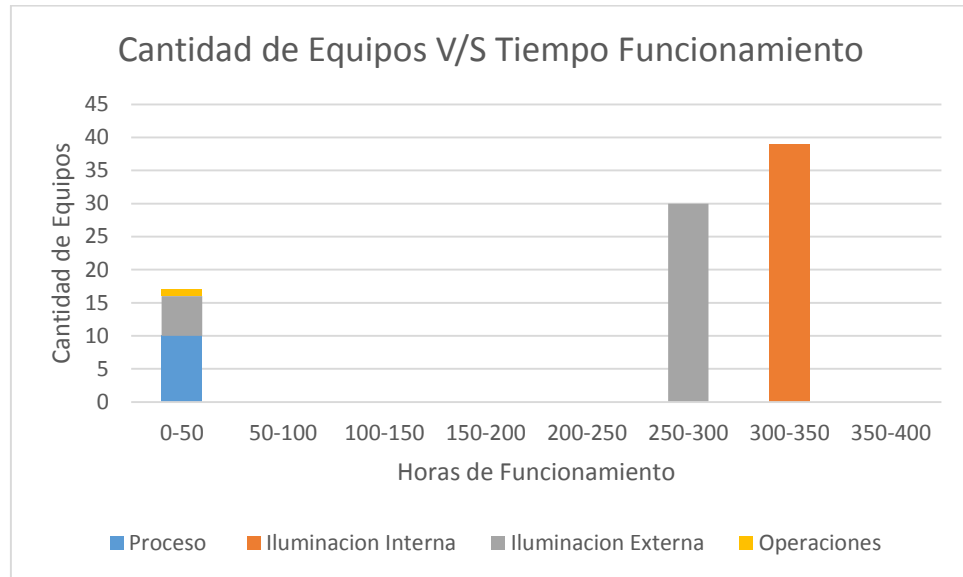
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Cantidad de equipos en relación al tiempo de funcionamiento

Si bien un equipo puede tener una baja potencia, las horas de funcionamiento de este nos indican si es o no significativo su consumo. En la figura número 12 se muestra la relación entre la cantidad de equipos por área y su tiempo de funcionamiento, de esta forma podemos notar que si bien, en el apartado anterior notamos que los equipos de menor potencia eran la iluminación tanto externa como interna, a partir de esto se puede observar que los equipos de proceso, es decir, en los agitadores y motores se encuentran en el rango de entre 0-50 horas de funcionamiento promedio mensual esto dado a que su funcionamiento depende de la cantidad de metros cúbicos que ingresan a cada estanque, incluyendo también en este intervalo a parte de la iluminación externa, luego, la mayor parte de la iluminación externa se encuentra en el rango de 250 a 300 horas de funcionamiento promedio mensual, y por

último en el rango de 300 a 350 se encuentra la iluminación, si bien, en el apartado anterior pudimos notar que su potencial es mucho menos en comparación a las otras áreas, su tiempo de funcionamiento es considerablemente mayor al de las otras áreas de la planta, eso puede significar un factor que sea realmente considerable en el consumo mensual.

Figura 12: Grafico cantidad de equipo versus tiempo se funcionamiento.

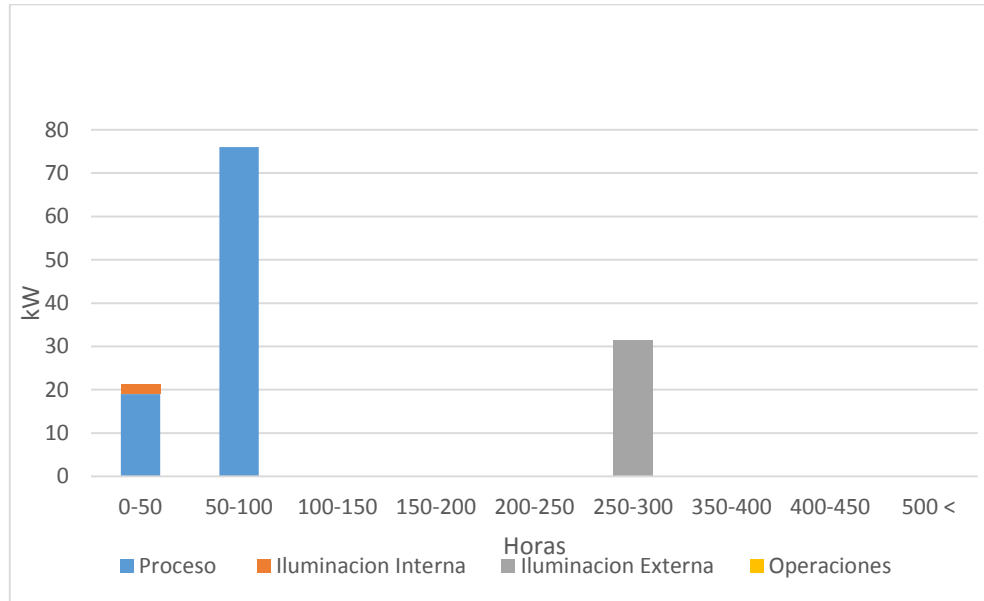


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. Potencia conectada v/s tiempo de funcionamiento.

De acuerdo al proceso de servicio de la empresa los motores de los agitadores de cada estanque funcionan de acuerdo al crudo que llegue, es decir, los agitadores comienzan su funcionamiento mientras este ingresando crudo y paran su funcionamiento cuando cesa el ingreso de flujo de combustible. En la figura 13 se puede notar que la mayor potencia conectada se encuentra el momento del proceso, la cual se encuentra conectada durante 50 a 100 horas promedio mensual, esto se ve representado por el uso de los agitadores, cabe recordar que estos equipos nunca funcionan en forma conjunta, solo uno a la vez. En segundo lugar se encuentra la iluminación externa la cual funciona un promedio de 250 a 300 horas mensuales.

Figura 13: Potencia conectada versus tiempo de funcionamiento.



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4. Caracterización por área de la empresa

Como fue mencionado anteriormente en la delimitación del proyecto. Se consideraron aquellos procesos que representan el mayor consumo de energía dentro de la planta, para representar de mejor forma las principales fuentes consumo de energía se separó en áreas que permitieron facilitar el cálculo del consumo, estas son:

- Línea de Proceso
- Iluminación Interior
- Iluminación exterior
- Operaciones

Línea de proceso: Considera línea de proceso, al proceso que se realiza una vez que el combustible entra a la planta para ser almacenado en los estanques de crudo, es decir, desde el momento en llegan por el oleoducto hasta que don evacuados con destino a la refinería.

Iluminación Exterior: se entenderá como Iluminación exterior al alumbrado que está destinado tanto para alumbrar calles, como aquella de seguridad.

Iluminación Interior: La iluminación interior se entiende a los focos que son se encuentra para alumbrar tanto las oficinas como las diferentes instalaciones de la planta como lo son sala de control, ala de mantención, casino, baños, entre otros.

Operaciones: El área de operaciones de refiere a la tecnología que se utiliza para la operación de los procesos ya sea control o monitoreo.

Para determinar el consumo por área, se consideraran todos aquellos elementos que demanden electricidad y se obtendrá un consumo estimado de acuerdo a su potencia y tiempo de funcionamiento mensual. Como se mencionó en la delimitación del problema, solo se consideraran aquellos elementos que generen gran cantidad de consumo, ya sea por su tiempo de utilización o potencia requerida. En la tabla 4 se puede apreciar el porcentaje que abarca cada área dentro del consumo mensual promedio de energía. Para estos efectos se consideraron la potencia Nominal o máxima de cada componente de las distintas áreas de acuerdo a su tiempo de funcionamiento promedio mensual.

Tabla 4: Porcentaje se consumó por áreas.

Área	Consumo Promedio Mensual (kWh)	Porcentaje
Proceso	5.942,13	49,83%
Iluminación Interna	1057,92	8,87%
Iluminación Externa	4751,5	39,85%
Operaciones	172,8	1,45%
Total	11.924,35	100,00%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que el mayor consumo corresponden al proceso de iluminación externa con un 49,89% y 39,85% respectivamente, esto se explica debido a que en estas áreas se concentran los equipos que requieren de mayor consumo de energía para su funcionamiento como lo son los agitadores de petróleo, los cuales son los encargados de agitar el petróleo a medida que va ingresando al estanque, estos funcionan cada vez que ingresa el crudo para mantener homogénea las características del fluido que se encuentra en el interior, estos agitadores son utilizados en igual medida a la entrada de crudo, su tiempo de utilización mensual promedio considerando los tres pares de motores asociados a cada estanque es de 29 horas. La iluminación Externa es el segundo mayor porcentaje de consumo de energía, esto es comprensible, ya que en primer lugar la planta se encuentra en servicio las 24 horas, durante todos los días del año, por lo cual su funcionamiento es constante. La mayor parte de la iluminación funciona en forma continua durante toda la noche.

Cabe destacar que cada estanque posee dos agitadores de iguales características entre sí, en la tabla solo se considera uno ya que estos no funcionan de forma simultánea, siempre se encuentra en funcionamiento uno de ellos.

### 3.5. Caracterización de la iluminación de la planta

A continuación se describió la iluminación de cada área de la planta, lo que incluye la sala de control, oficinas, iluminación de calles, iluminación perimetral e iluminación sectorial.

#### 3.5.1. Iluminación oficinas

El área de oficinas cuenta con 12 lámparas de tubos fluorescentes dobles, 24 tubos en total, cada uno con una potencia de 37 Watt. El comportamiento de encendido de estas lámparas no es uniforme ya que su uso dependerá del clima producto de la luz natural y las oficinas que se utilicen, de acuerdo a esto, se tiene que del total de estas lámparas, 6 de ellas tienen un uso mínimo ya que pertenecen a la sala de reuniones y oficina de archivos, las otras 6 restantes se utilizan de acuerdo a las condiciones de luz, generalmente se utilizan en promedio 6 horas diarias considerando que solo se utilizan en horario diurno. La tabla 5 muestra la potencia unitaria de cada tubo fluorescente

Tabla 5: Descripción energética Iluminación oficina.

Iluminación Oficinas	
Cantidad Tubos (unidad)	24
Potencia Unitaria (kW)	0,037
Potencia máxima conectada (kW)	0,888
Cantidad Tubos Utilizados (Un.)	12
Potencia Real conectada (kW)	0,444
Funcionamiento Prom. Mensual <sup>4</sup> (hrs.)	6
Energía consumida Mensual (kWh)	2,664

Fuente: elaboración propia.

La potencia nominal conectada de la iluminación de las oficinas es de 0,888 kW, considerando el tiempo de funcionamiento promedio de las lámparas utilizadas en las oficinas es de 6 horas y su potencia real utilizada en conjunto es de 0,444 kW se tiene que tiene un consumo mensual de 2,664 kWh mensual.

### 3.5.2. Sala de operación y mantenimiento

Es donde se realizan las operaciones de control y manejo de las actividades de la empresa, así como también el mantenimiento mecánico y eléctrico de las máquinas de la planta, estas instalaciones cuenta con un total de 28 lámparas de focos dobles, 56 tubos fluorescentes distribuido dentro de estas instalaciones, de los cuales, 6 pertenecientes a la sala de monitoreo son escasamente utilizados, mientras que los otros dependerá su los requerimientos diarios. Cabe destacar que estas instalaciones funcionan día y noche en forma continua , por lo cual su tiempo se funcionamiento promedio mensual es mayor.

---

<sup>4</sup> El funcionamiento promedio se obtuvo realizando una estimación de acuerdo a lo observado y a los comentarios de los trabajadores.

Tabla 6: Descripción energética iluminación salas de operaciones y mantenimiento.

Iluminación Salas Operación y Mantenimiento	
Cantidad Tubos (unidad)	52
Potencia Unitaria (kW)	0,037
Potencia máxima conectada (kW)	1,924
Cantidad Tubos Utilizados (Un.)	44
Potencia Real conectada (kW)	1,628
Funcionamiento Prom. Mensual (hrs.)	270
Energía consumida (kWh)	439,56

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Tipo de iluminacion sala operación.



Fuente: Fotografía Propia.

De la cantidad total de tubos que se encuentran en sus instalaciones, solo 44 son utilizados constantemente con una potencia conectada de 1,628 kW, de acuerdo a esto y al tiempo de funcionamiento mensual promedio se genera un consumo eléctrico de 439,56 kWh mensual.

### 3.5.3. Iluminación Perimetral

Las iluminación perimetral corresponde a luces incandescentes sodio de alta presión que rodean la planta para efectos de seguridad nocturna, actualmente la planta cuenta con un total de 25 luces perimetrales a una altura de 8 metros cada una, entre ella se encuentran del modelo simple y doble, de estas encontramos 3 luces simples 11 luces dobles, estas luces

permanecen encendidas durante toda la noche sin intermitencia, de acuerdo a la figura número 7, cada luz por si sola posee una potencia individual de 0,4 kW, del total de luces perimetrales todas funcionan el mismo periodo de tiempo, con un tiempo de funcionamiento diario promedio de 9 horas, es decir , 270 horas al mes, de acuerdo a esto se obtuvo que el consumo mensual producto de la potencia conectada y su tiempo de funcionamiento promedio, se tiene que poseen un consumo mensual de 2700 kWh.

Tabla 7: Descripción Iluminación Perimetral.

Iluminación Perimetral	
Cantidad luces incandescentes (unidad)	25
Potencia Unitaria (kW)	0,4
Potencia máxima conectada (kW)	10
Cantidad Tubos Utilizados (Un.)	25
Potencia Real conectada (kW)	10
Funcionamiento Prom. Mensual (hrs.)	270
Energía consumida (kWh)	2700

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.5.4. Iluminación de calles.

La iluminación de calles son focos simples que tienen como objetivo alumbrar el camino para los trabajadores de una área de la planta a otra, estas luces son individuales y poseen una potencia unitaria de 0,35 kW. Las luces permanecen encendidas en su totalidad durante toda la noche al igual que las luces perimetrales por efectos de seguridad, su tiempo de funcionamiento promedio es de 270 horas mensuales de acuerdo a esto y a su potencia nominal conectada la tabla numero 8 nos arroja un consumo mensual de 945 kWh.

Tabla 8: Descripción iluminación calles.

Iluminación calles	
Cantidad luces (unidad)	14
Potencia Unitaria (kW)	0,25
Potencia máxima conectada (kW)	3,5
Cantidad Tubos Utilizados (Un.)	14
Potencia Real conectada (kW)	3,5
Funcionamiento Prom. Mensual (hrs.)	270
Energía consumida (kWh)	945

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.5. Iluminación de Área

La iluminación de área son focos halógenos dobles y simples que se encuentran ubicados en las áreas de maquinaria como lo son bombas y válvulas entre otras. Dentro de la planta existen 6 luces de área, con una potencia individual de 400 watt, su tiempo de funcionamiento es relativo, ya que son utilizadas solo en caso de emergencia nocturna. Es por esto que tiene una utilización promedio mensual de dos horas, de acuerdo a la tabla 9, Podemos observar que su consumo promedio mensual es de 4,8 kWh.

Tabla 9: Descripción iluminación de áreas.

Iluminación Áreas	
Cantidad luces (unidad)	6
Potencia Unitaria (kW)	0,4
Potencia máxima conectada (kW)	2,4
Cantidad Tubos Utilizados (Un.)	6
Potencia Real conectada (kW)	2,4
Funcionamiento Prom. Mensual (hrs.)	2
Energía consumida (kWh)	4,8

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 15: Fotografía Iluminación de Áreas.



Fuente: Fotografía propia.

### 3.6. Eficiencia en motores

La eficiencia de un motor es de gran importancia dentro de una empresa, ya que se entiende esta como la capacidad de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, entre más cercano a la unidad menor es la cantidad de energía perdida en forma de calor en el proceso de transformación de la energía. Un motor eficiente puede disminuir en gran medida el consumo de energía dentro de cualquier empresa.

En la normativa europea los motores pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo al nivel de eficiencia que posea y a su potencia:

- 1) Motores de eficiencia estándar
- 2) Motores de alta eficiencia
- 3) Motores de eficiencia Premium

Los motores Premium son de bajo consumo, son entre 2 a 10 puntos porcentuales más eficientes que los motores estándar, esta eficiencia se debe en parte al mejor diseño y uso de mejores materiales para reducir las pérdidas. En base a esto la siguiente tabla resume la eficiencia de cada motor de acuerdo a su potencia y a su clasificación.

Actualmente la planta cuenta con 8 motores, 6 de ellos de gran potencia perteneciente a los agitadores y otros dos de menor tamaño correspondiente al separador gravitacional de combustible y agua.

### 3.6.1 Agitadores estanques 6010 – 6020

Los agitadores de los estanques 6010 y 6020 son de iguales características, en la tabla 10 se puede observar las características iniciales de cada motor

Tabla 10: Eficiencia de los Agitadores según llenado estanque.

% Eficiencia			% Factor Potencia		
Full Load	3/4 Load	1/2 Load	Full Load	3/4 Load	1/2 Load
94,5%	95,0%	94,7%	85,5%	83,5%	77,0%

Fuente: Manual Agitadores 6010 – 6020.

En cuanto a la eficiencia, cada motor correspondiente a cada agitador posee una potencia de 60 HP. De acuerdo a esto y comparando el porcentaje de eficiencia el cual es aproximadamente 95% en condiciones iniciales para cada uno de los 4 agitadores de iguales características, se puede notar que los motores se encuentran dentro de la categoría Prime, es decir, poseen un alto nivel de eficiencia de acuerdo a su potencia.

Por otro lado el factor de potencia varía de acuerdo al nivel de llenado del estanque, en promedio posee un factor de potencia del 82%, lo que quiere decir que el 18% de la energía no está siendo útil o se desaprovecha. Esto es un porcentaje importante, ya que es considerado un bajo factor de potencia a valores inferiores al 95% lo que implica que se tienen elevados consumos de energía reactiva respecto a la energía activa, produciéndose una circulación excesiva de corriente eléctrica.

### 3.6.2 Agitador estanque 6030

El estanque 6030 posee un agitador con mayor potencia que los otros dos, de 100 HP, este estanque fue construido años después, se encuentra en funcionamiento desde hace 17 años aproximadamente. Las condiciones iniciales en cuanto a eficiencia y factor de potencia se encuentran dados en la siguiente tabla

Tabla 11: Eficiencia agitador 6030 según llenado de estanque.

% Eficiencia			% Factor Potencia		
Full Load	3/4 Load	1/2 Load	Full Load	3/4 Load	1/2 Load
93,5%	95,5%	94,4%	84,3%	83,7%	79,2%

Fuente: Manual de uso estanque 6030.

De acuerdo a lo anterior podemos ver que los motores de ambos agitadores del estanque están se encuentra de igual forma que los anteriores dentro de la categoría Premium, es decir, de alto nivel de eficiencia.

### 3.6.3. Motores separador Gravimétrico

El separador gravimétrico consta de dos motores para su funcionamiento, uno que envía el petróleo de vuelta al estanque y otro que envía el agua a un nuevo estanque para su posterior tratamiento, cada uno tiene una potencia diferente entre sí. Para el caso del motor M-6050 tiene una potencia nominal de 7,5 HP. Por su parte el motor M-6060 posee una potencia de 5 HP.

Tabla 12: Eficiencia separador gravitacional.

Separador Gravitacional	
Motor	% Eficiencia
M-6050	85,5%
M-6060	84%

Fuente: elaboración propia

Teniendo en consideración la potencia de cada motor y comparando con la tabla 12 que clasifica los motores de acuerdo a su eficiencia, se tiene que ambos motores de acuerdo a su potencia se encuentran en la clasificación de motores estándar en eficiencia.

### 3.7. Cultura energética

Se entiende por cultura energética a aquel comportamiento tanto de la jefatura como del personal ante el ahorro o conciencia energética. Un personal comprometido con los objetivos de la empresa ayuda en gran medida a cumplir las metas de mejor manera.

Actualmente la planta posee una cultura energética por parte de la jefatura de buena gestión, lo que se puede observar en el reemplazo de todas las ampolletas halógenas por otras de eficiencia y ahorro, en aquellos lugares donde aún existían como lo son algunos pasillos y talleres. Además de la instalación de un condensador para mejorar el factor de potencia.

Otro de las buenas practicas observadas por parte de la jefatura es el correcto aislamiento térmico de las oficinas a fin de optimizar la calefacción. Cabe destacar que en la actualidad se encuentra en proceso el cambio de calefacción por unos de ahorro energético.

Por parte de los trabajadores, si bien se observa un compromiso con el ahorro energético al momento de controlar el encendido y apagado de alumbrado interior, también realizan labores que se contraponen a lo anterior, las cuales aumentan el consumo energético. Dentro de las acciones más sobresalientes se encuentra el acto de cambiar de agitador cada 4 horas. Esta acción, si bien, de acuerdo a lo informado por personal encargado de esta labor este procedimiento se realiza para evitar el desgaste de un solo agitador y se mantenga un uso equitativo, recordemos que cada estanque posee dos agitadores, de esta forma de mantienen en constante funcionamiento ambos motores en forma alternada, donde cada 4 horas (aproximadamente) se va cambiando de agitador.

Todo motor posee una corriente de arranque, el cual tiene un consumo muy por sobre al nominal del motor, al momento de comenzar el funcionamiento el motor consume más energía. Es por esto que el procedimiento de intercambio de agitador cada cierto tiempo puede provocar un sobre consumo de energía no considerado.

## Capítulo 4

### Propuestas para eficiencia y ahorro Energético

De acuerdo a lo anteriormente analizado obtenemos las siguientes conclusiones:

- Los dos más grandes consumos de energía y aquellos que tienen mayor potencial para su disminución de consumo energético son los agitadores y el alumbrado exterior, en base a esto se realizan las siguientes propuestas.
- Cambio de agitadores eléctricos por agitadores de eficiencia energética ( a chorro)
- Implementación de energía renovable para la iluminación Perimetral.
- Plan de gestión energética.

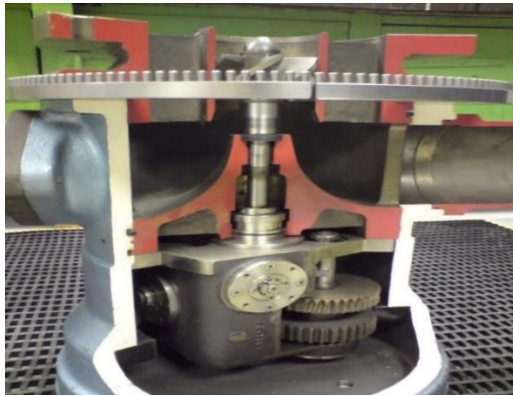
#### 4.1. Cambio de motores eléctricos a motores de eficiencia energética.

La empresa cuenta con agitadores de hidrocarburo del tipo lateral. Cada estanque cuenta con dos motores cada uno y son estos los que representan la mayor parte del consumo de energía dentro de la planta. Es por esto que para disminuir este consumo se propuso la implementación de agitadores de ahorro de energía, llamados agitadores a chorro.

##### 4.1.1. Agitadores a Chorro (P43)

El agitador a chorro ha sido desarrollado como una alternativa a los tradicionales agitadores de hélice eléctricos de entrada lateral tipo “propeller” que se instalan en los tanques de hidrocarburos. El equipo funciona sumergido en el producto e impulsa a través de sus boquillas chorros de hidrocarburos horizontalmente a través del tanque a una velocidad establecida, girando lentamente con un régimen programado.

Figura 16: Agitador a chorro P43.



Fuente : SISTEMAR.com.

El sistema fue desarrollado conjuntamente por las empresas Exxon y Butterworth Systems como una opción frente a los agitadores de entrada lateral para tanques de crudo. Su instalación permanente y el uso periódico de este sistema eliminan totalmente la necesidad de agitadores de entrada lateral, resultando en un sustancial ahorro energético al no requerir de electricidad. Las unidades sumergidas en el crudo dirigen chorros de crudo horizontalmente a través del tanque, girando lentamente con un régimen programado. Esta acción de barrido a través del fondo del tanque separa los lodos y los vuelve a poner en suspensión.

El sistema no precisa de electricidad o de cualquier otra fuente de energía para poder operar. El agitador es accionado mediante el fluido del crudo siendo las boquillas dirigidas por una reductora la cual las hace girar por el continuo flujo del crudo a través de la máquina. Este flujo es suministrado por la operativa habitual de llenado del tanque.

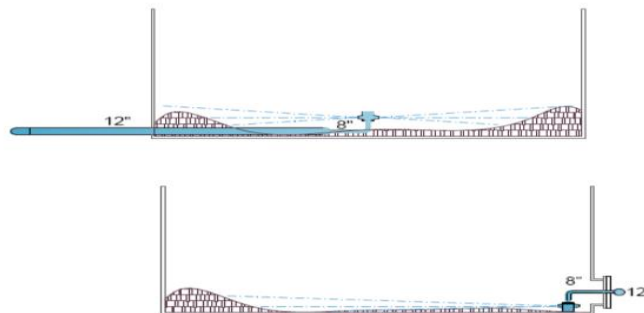
El agitador a chorro tiene como función, además, evitar la formación de lodos originados por la sedimentación de los hidrocarburos más pesados en el fondo del tanque manteniéndolos en suspensión, por otro lado realiza el mezclado de crudos ó refinados del petróleo (gasolina, gasóleo, fuel-oil, asfaltos, etc.).

La acción de evitar la formación de lodos permite recuperar los valiosos hidrocarburos atrapados, previene de daños por corrosión al re suspender el agua acumulada en el fondo del tanque, reduce los tiempos de parada, aumenta la seguridad del personal de limpieza y por último minimiza las emisiones contaminantes como consecuencia del menor volumen de residuos a tratar. En cuanto a su función de mezclado, el agitador consigue una homogeneización más eficiente y rápida del crudo o refinados del petróleo respecto a otras tecnologías, optimizando el proceso productivo y reduciendo considerablemente los tiempos de mezclado

¿Cómo Trabaja?

El agitador P43 se instala en el interior de los tanques sumergido en el hidrocarburo, en el centro del tanque ó en el lateral. El agitador impulsa un chorro a presión a través del volumen de fluido produciendo la disolución y re suspensión de los lodos, así como la mezcla y homogeneización de los hidrocarburos almacenados. Funcionamiento: impulsión fluidodinámica, no requiriendo ningún tipo de suministro de potencia eléctrica ó de otro tipo, pero sí un caudal y presión determinadas. Este flujo a través de la máquina hace girar un impulsor que acciona una caja de engranajes reductora que hace girar el agitador 360° dirigiendo las toberas de modo que el alcance del chorro cubra todo el volumen del tanque. (Manual Informativo, SISTEMAR)

Figura 17: Funcionamiento Motor a Chorro, Central y Horizontal.



Fuente: SISTEMAR.com

#### 4.1.2 Análisis técnico económico

Este agitador es comercializado por la empresa IGP (ingeniería gas y petróleo), Argentina y SINTEMAR, España.

En conjunto con la empresa anteriormente mencionada se analizó los escenarios y en consideración a la igualdad de características de dos de los estanques y a que las diferencias que existían con el tercero no hacían variar la forma de implementar ni las características que necesita cada uno para la instalación. Esto es, por ejemplo dos de los estanques tiene techos cónicos ascendentes y uno de ellos cónicos descendentes, esta diferencia no interviene con la instalación de los agitadores.

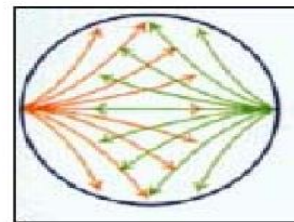
Datos de partida:

- Denominación tanque: TK-3
- Tipo: Tanque Vertical – API 650
- Techo: flotante cónico descendente
- Capacidad nominal: 51852 m<sup>3</sup>
- Diámetro interno TK: 67107 m.
- Altura geométrica TK: 14649 m.
- Número y Diámetro bocas de hombre: 4 x 24”
- Fluido: Hidrocarburo
- Nivel mínimo hidrocarburo: 1,8 m
- Nivel máximo hidrocarburo: 13,3 m
- Diámetro tubería entrada producto recirculación: 12”
- Gravedad específica de diseño (a 15°C): 0,8
- Función Jet Mixer: homogeneización y mezcla de hidrocarburos en propiedades y temperatura evitando la acumulación de lodos

Se propone la siguiente alternativa: 2 Agitadores P43 en lateral TK con 2 boquillas activas en turnos rotatorios, con montaje en pared envolvente del tanque ó bocas de hombre del TK con un ángulo de 180° entre ellos, Instalación en el lateral del tanque

- Número de máquinas: 2 P43 por TK
- Montaje permanente en el lateral del tanque según especificaciones (ver manual)
- Número y diámetro boquilla P43: 2 x 3.5"
- Angulo boquillas: 2 boquillas horizontales
- Flujo de funcionamiento unitario:  $Q=900 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caída de presión en agitador P43:  $\Delta P=7 \text{ kg}/\text{cm}^2$
- Altura mínima de crudo para acto. P43: 6 m

Figura 18: Tipo y ubicación de los agitadores por estanque.



Fuentes : SISTEMAR.

Respecto al caudal y caída de presión requeridos para el accionamiento de cada P43, los valores indicados pueden variar si modificamos el tamaño de boquillas, de modo que con boquillas más grandes necesitaremos un flujo mayor pero la pérdida de carga será menor, en cambio con boquillas más pequeñas la pérdida de carga será mayor pero el flujo menor, por lo que podríamos adaptarnos a los equipos de bombeo existentes para hacer funcionar los P43.

La opción más habitual es el montaje de los P43 en las tapas de las bocas de hombre modificadas que incorporan los soportes correspondientes para fijar el P43 y cañería de alimentación. También podrían montarse en la pared envolvente ó en el fondo del TK, para lo que también serán necesarios los soportes de tubería y agitador.

Figura 19: Instalacion En bocas hombre.



Fuente: SISTEMAR.

Para el accionamiento del P43 se requiere un nivel mínimo de crudo en el tanque para:

- 1) Respetar el NPSH requerido en la succión de la bomba, siempre dependiendo de la diferencia de cota entre la bomba y los P43
- 2) Que el jet no interfiera con el techo flotante (en caso de existir) en las cercanías de salida de las boquillas

Repuestos: No se consideró necesario su suministro ya que en las condiciones de operación no se requiere mantenimiento del agitador hasta un mínimo de 10 años de funcionamiento. Habitualmente el mantenimiento de las máquinas se realiza cuando el tanque sale fuera de servicio para su inspección y mantenimiento.

Precios: A continuación se detalla el valor de los agitadores necesarios para la ejecución del proyecto, de consideraron 6 agitadores, esto es, dos por cada estanque.

Tabla 13: Precios agitador a chorro.

Producto	Modelo	Cantidad	Precio unitario \$US	Precio Total \$US
Agitador A Chorro	P43 lateral	6	\$ 77.000,00	\$ 462.000,00

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.1. Condiciones comerciales:

- 1) Los precios son Exworks Almacén Sintemar – Bilbao (España)
- 2) Se incluye embalaje para transporte internacional en caja de madera ignífuga de peso total unitario 260 kg. y volumen unitario 0.36 m<sup>3</sup>
- 3) Se remitirán también el correspondiente manual de instalación
- 4) El Código arancelario es el 847982
- 5) El precio incluye el soporte técnico a la definición de la instalación

#### 4.1.2.2. Exclusiones

- 1) Ingeniería de detalle de la instalación
- 2) Suministro de bomba, tuberías, válvulas, filtros, manómetros, bridas, soportes, tornillería, ni cualquier otro elemento requerido para la instalación asociada del agitador ó su interconexión con la instalación existente
- 3) Montaje del agitador y toda la instalación asociada, así como los útiles y herramientas de montaje necesarios (equipos de elevación, equipo de soldadura,..)
- 4) Cualquier tipo de automatización de la instalación, lógica de control, programación, ó integración con cualquier sistema de control/automatización existente

#### 4.1.2.3. Plazos

Los equipos estarán listos para su embarque a las 12 semanas desde la fecha de recepción de su pedido y concluida su fabricación.

El cliente podrá, por sí ó por terceros autorizados, inspeccionar el material en proceso de fabricación ó terminado, como así también verificar los ensayos que correspondan según normas respectivas.

#### 4.1.2.4 Garantías

El agitador se entrega después de realizados en fábrica los siguientes tests:

- Test de rotación (comprobación de giro de la máquina actuando sobre el impulsor)
- Test de estanqueidad de la caja de engranajes (se presuriza durante un tiempo para comprobar que no hay fugas en las juntas)

Antes de la instalación del agitador debe haberse revisado detenidamente el manual de instalación y operación del agitador P43 y verificado las condiciones de arranque para que la garantía sea efectiva.

La garantía mecánica será de 12 meses desde la puesta en funcionamiento, sin sobrepasar 20 meses desde la entrega. Sintemar reparará ó sustituirá cualquier componente del agitador que fallara durante el período de garantía, pero cualquier defecto ocasionado por un cambio de las condiciones originales de servicio no será cubierto.

#### 4.1.2.5. Formas de Pago

Se indican a continuación:

- 50% del precio total a la aceptación del pedido, a través de transferencia bancaria

- 50% del precio total a la entrega de los agitadores, con el envío de la documentación de despacho de los equipos previamente a su embarque, a través de transferencia bancaria

#### 4.1.2.6. Política de cancelación

La cancelación del pedido en todo ó en parte después de su lanzamiento a fabricación ocasionará cargos de cancelación del pedido por los materiales comprados, trabajos realizados ó servicios suministrados hasta la fecha de cancelación, de acuerdo a los hitos indicados:

- 40% del precio del pedido durante la fase de lanzamiento a fabricación (hasta las 4 semanas desde fecha aceptación del pedido)
- 75% del precio del pedido durante la fase de acopio de materiales (desde las 4 semanas y hasta las 8 semanas desde fecha aceptación del pedido)
- 95% del precio del pedido después de haberse completado el ensamblaje de los componentes (desde las 8 semanas hasta la comunicación de equipo listo para despacho)

#### 2.1.2.7 Mano de obra

Para la instalación de los motores, debido a que esta no viene incorporada, será por parte del personal de la empresa ya que tiene especialistas con los conocimientos necesarios para realizar este procedimiento, considerando además que la empresa distribuidora de los motores, en su entrega, contempla el material necesario para su instalación.

Teniendo en consideración que la empresa posee un Ingeniero mecánico y un Ingeniero electricista encargados ya antes de implementar motores en la empresa, solo se necesitara el siguiente personal para la implementación del proyecto:

- Ingeniero de Proyecto
- Soldador
- Obreros
- Eléctrico
- Mecánico

Tabla 14: Inversión total mano de obra.

Cargo	Cantidad	Precio (\$Mensual	Precio Total Mensual (\$)	Total En \$US
Ingeniero De proyecto	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	\$2.235,47
Soldador	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000	\$1.788,38
Mecanico	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000	\$1.788,38
Electrico	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000	\$1.788,38
Obreros	3	\$ 350.000	\$ 1.050.000	\$1.564,83
			Total	\$9.165,42

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.8. Equipo y maquinaria

Oleoductos Trasandinos, en su labor diaria, realiza mantenimientos y reparaciones tanto en la planta como a lo largo de todo el oleoducto en sus diferentes estaciones es por esto que actualmente tiene todo el equipo necesario.

#### 4.1.2.9. Inversión

La inversión necesaria es la que se detalla a continuación:

Tabla 15: Inversión total

Inversion	Total \$US
Inversion Total	\$ 471.000.-

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la inversión inicial se encuentra el precio por la adquisición de los motores, la mano de obra, herramientas y equipos.

## 4.2. Implementación de energías renovables para alumbrado exterior

El alumbrado exterior de la planta central de Oleoductos Trasandinos Chile, representa un porcentaje importante del gasto en energía eléctrica es por esto que con su disminución también se verán reducidos en forma considerable los costos en energía. Para esto se propuso la utilización de paneles fotovoltaicos para alimentar la red de alumbrado exterior de la planta.

La implementación de energía renovables en las empresas es beneficioso en muchos ámbitos, uno de ellos es el aumento en el valor de las acciones. La imagen corporativa es uno de los activos más valiosos que tiene la empresa, preocuparse de cómo lo ve la sociedad y demostrar una conciencia ambiental generará un aumento en su valor, lo cual es positivo tanto para la empresa como para sus accionistas.

Por otro lado en la necesidad de enfrentar la crisis energética, el Gobierno ha intervenido utilizando mecanismo de incentivos que resultan beneficiosos para las empresas que tomen medidas de eficiencia energética y ahorro.

### 4.2.1 Paneles Fotovoltaicos

Actualmente las energías renovables se encuentran a la cabeza de la vanguardia en cuanto a generación de energía y su utilización va en incremento debido a sus múltiples beneficios. La propuesta de instalación de paneles fotovoltaicos para la generación de energía renovable para alimentar el alumbrado exterior se produce debido a que la empresa posee paneles que en la actualidad se encuentran sin uso. Es por esto que se analizara la implementación de estos.

#### 4.2.1.1 Energía Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una tecnología basada en el aprovechamiento de la energía solar, cuyo funcionamiento es la conversión de la luz solar en energía eléctrica útil. Es una fuente de energía que a través de la utilización de celdas fotovoltaicas, convierte de forma directa la energía lumínica en electricidad.

#### 4.2.1.2 Beneficios de los paneles fotovoltaicos

La utilización de sistemas fotovoltaicos representa una de las inversiones más rentables, esto debido a los múltiples beneficios que esta genera para la empresa en este caso, dentro de los más importantes se encuentra

- Reducción de la emisión de CO<sub>2</sub>
- Fuente de energía limpia
- Energía inagotable
- Elevada calidad de energía
- Bajo impacto ambiental

#### 4.2.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos

Actualmente existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos:

- Sistemas aislados
- Sistemas conectados a la red convencional

##### 4.2.2.1 Sistemas aislados

Los sistemas de energía solar aislados se caracterizan por el uso de baterías, esto puesto a que en las horas en las cuales la intensidad lumínica no es suficiente para entregar la energía necesaria al sistema, son las baterías las encargadas de proporcionarlas, esta energía es la que se almacena cuando la intensidad lumínica es mayor al consumo realizado por el sistema energético, por lo cual la energía sobrante es almacenada para luego ser utilizada cuando el sistema así lo requiera.

Los principales elementos que componen los sistemas de energía aislados son :

- Módulos fotovoltaicos
- Regulador de carga
- Inversor
- Baterías de acumulación

El Módulo Fotovoltaico o Panel solar es una placa formada por un conjunto de células fotovoltaicas<sup>5</sup> las cuales generan electricidad a partir de rayos de luz que inciden sobre ellos.

Figura 20: Modulo fotovoltaico



Imagen referencial.

Un regulador de carga es usado para cargar la batería y se encarga de controlar el voltaje proveniente de modulo fotovoltaico para evitar una sobrecarga por parte del generador fotovoltaico o sobre descargas profundas, manteniendo así en las condiciones más adecuadas los sistemas de almacenaje de energía y alargando su vida útil.

Unas baterías o sistema de acumulación está formado por un conjunto de dispositivos recargables en los cuales se almacena la energía que llega a los paneles solares, éstas deben de ser dimensionadas de modo que garanticen la autonomía. Este sistema transforma la energía eléctrica que genera el panel solar en energía química y luego realiza el proceso inverso para que esta pueda ser utilizada.

Estas baterías almacenan electricidad durante el día, la que posteriormente será utilizada en la noche.

---

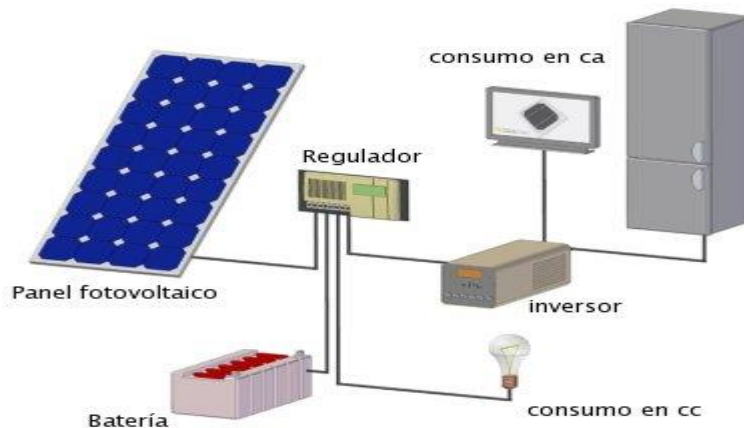
<sup>5</sup>“ Una célula fotoeléctrica, también llamada celda, fotocélula o célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica”

Las baterías para uso fotovoltaico tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Bajo valor de auto descarga
- 2) Larga vida útil
- 3) Manutención casi nula
- 4) Elevado número de ciclos de carga-descarga

El inversor tiene como función transformar la la energía de corriente continua (CC) proveniente del generador fotovoltaico en corriente alterna (CA) para poder ser utilizada en los circuitos de la empresa como se muestra en la figura 21.

Figura 21: Sistema Fotovoltaico Aislado.



Fuente: Manual de cálculo de sistema fotovoltaico aislados/Autónomo.

#### 4.2.2.2. Sistemas conectados a la red

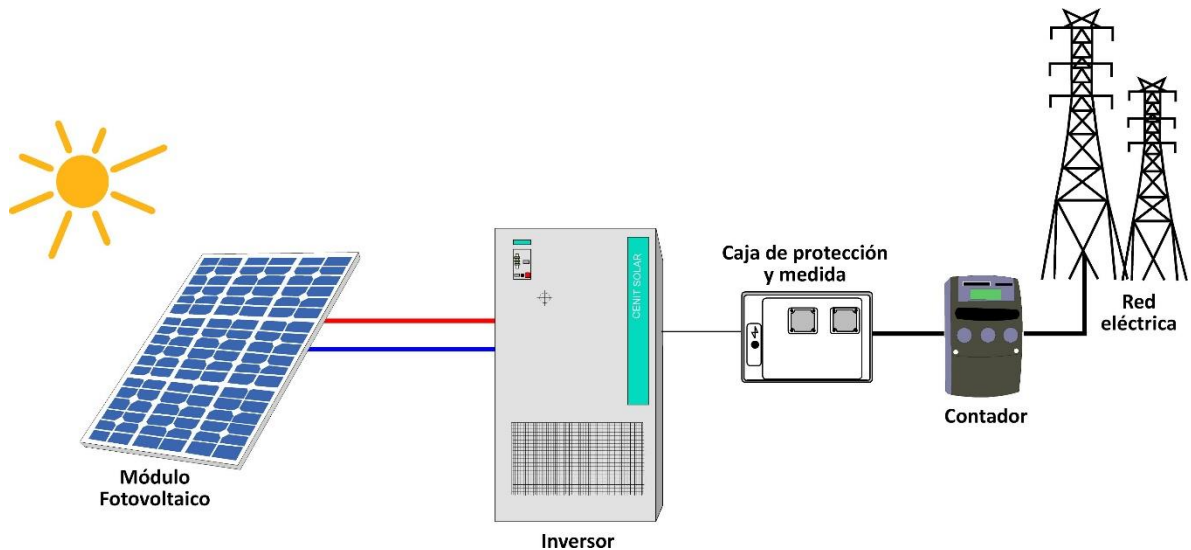
Un sistema fotovoltaico conectado a la red opera en paralelo con la red eléctrica. Y, a diferencia del aislado, este no es conectado a baterías. Si no que se utiliza de inmediato su generación y cuando esta no es suficiente cubre la necesidad la red eléctrica contratada para abastecer de energía o bien puede abastecer al sistema eléctrico .

El usuario que adquiere este tipo de sistema fotovoltaico continúa pagando la tarifa establecida a la compañía de electricidad y puede convertirse, además, en el propietario de un instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh que produce.

Los principales elementos que forman parte de los sistemas conectados a la red son :

- Módulos fotovoltaicos
- Inversor para la conexión a red
- Protecciones del sistema
- Contador de energía bidireccional

Figura 22: Sistema fotovoltaico conectado a la red.



Fuente: Manual de paneles fotovoltaicos conectados a la red.

De igual forma que en los sistemas aislados el principal elemento es el modulo fotovoltaico para poder captar la energía solar.

El inversor en sistemas conectados a la red, transforma la corriente continua producida por los paneles solares fotovoltaicos en corriente alterna inyectando a cada una de las fases de la red de suministro eléctrico.

Uno de los puntos importantes en cuanto a los inversores conectados a la red es que se debe definir el tipo de inversor que se necesita esto dependiendo del número de fases (monofásico o trifásico), configuración del sistema (centrales, en cadena o modulares) y de acuerdo a sus etapas (una dos o tres etapas)

La importancia del inversor dentro de los sistemas conectados a la red es de gran relevancia, esto producto a que la salida de este es la que está conectada a la red eléctrica. El control principal lo trata de forma prioritaria, realizando un seguimiento muy sensible a cualquier cambio en la red. Lo que permite que se realicen las correcciones necesarias de forma casi instantánea.

El contador mide la energía producida durante cierto periodo de tiempo.

#### 4.2.3. Análisis técnico económico instalación Paneles Solares.

La implementación de paneles solares, en la empresa resulta muy conveniente, esto debido a que las razones políticas que obligaron a la empresa cortar el suministro de Argentina dejó una estación sin operar. Esta estación ubicada en la cordillera se suministraba a través de paneles solares y energía eólica.

Actualmente los paneles solares de conexión aislada se encuentran sin uso, por lo que para la realización de este proyecto plantea la re ubicación de este sistema hasta la planta ubicada en la ciudad de Concepción, comuna de Hualpen.

Debido a que la conexión que existe en la estación es aislada ya se poseen todos los equipos necesarios, esto es regulador de cargas, inversor y baterías. Previamente se deberá analizar si esta conexión satisfacía el consumo de las luces perimetrales, ya que, de modo contrario la conexión debía ser obligadamente a establecer una conexión conectada a la red.

##### 4.2.3.1. Instalación de Paneles fotovoltaicos

Para la instalación de los paneles solo se consideró como gasto el traslado de sistema solar a la planta, ya que la empresa posee el personal y las herramientas para su ejecución, de este modo la aplicación del proyecto se vuelve mucho más rentable.

Actualmente la empresa posee 80 paneles solares de una potencia total de 1.9 KW.

Un sistema solar fotovoltaico de 1.9 KW produce, en las condiciones más adversas de invierno 19 KWh, esto es, el día en que solo hay 10 horas de sol y en el mejor de los casos

en días de verano en donde se tienen 14 horas de sol se producirá 26,6 KWh . Para efectos de este proyecto se consideraran 12 horas de sol promedio, produciendo en promedio, esto de acuerdo a la dirección nacional de meteorología en conjunto con la localización geográfica 22,8 KWh.

Teniendo en consideración focos perimetrales de una potencia de 400 Watts, se determinara si el sistema satisface la demanda de energía que estos necesitan, para esto se obtuvieron los consumos promedios diarios de las luces perimetrales de (se acuerdo a 10 horas de funcionamiento promedio) 100 KWh. La cantidad de horas de luz, que de acuerdo a la dirección meteorológica de Chile es de 12 horas promedio, y considerando un factor de 1,25 lo que representa la perdida de carga de energía que resultan de la instalación eléctrica obtenemos que es necesario generar 10,43 KWatts de potencia diariamente para poder alimentar de forma eficiente los focos perimetrales.

De acuerdo a esto podemos verificar que el sistema solar fotovoltaico que posee la empresa abastecería de buena forma las luces perimetrales de la planta.

#### 4.3. Ahorro energético

El ahorro energía, a diferencia de la eficiencia energética en donde buscamos optimizar la energía sin dejar de realizar actividades, este busca disminuir las actividades que generan un gasto de energía a fin de disminuir el consumo.

Durante el periodo de observación se identificó algunas actividades que aumentan el consumo de energía, es por esto que se propuso disminuir ciertos comportamientos a fin de fomentar el ahorro de energía.

##### 4.3.1. Cambio de Foco Perimetrales

Se estableció cambiar los focos de perimetrales por unos de ahorro energético ya que son estos los que representan gran parte del consumo de la empresa ya sea por el largo periodo de funcionamiento o por la gran potencia que poseen lo cual genera un mayor consumo energético. Esto disminuiría a la mitad el consumo eléctrico, actualmente los focos

perimetrales tienen una potencia de 400 watt, se tomó en consideración una utilización promedio de 10 horas diarias.

Para el cambio de focos perimetrales se recomienda la utilización de unos focos LED de potencia de 250 Watts, los cuales ejecutarían la misma labor consumiendo menos energía.

Para el cambio de focos se cotizó en la empresa Ledstore, donde cada foco tiene un valor de \$22.490.- es necesario la cantidad de 25 focos, es por esto que se necesita una inversión de \$562.250.- pesos chilenos.

Tabla 16: Inversión Focos LED.

Descripción	Potencia (W)	Unidades	Valor Unitario	Total
Focos LED	250 W	25	\$24.490	\$562.250

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4. Cultura energética.

Uno de los puntos más relevantes dentro de la empresa es que el personal que opera o utiliza las instalaciones este informado de las actividades o comportamientos que generan un mayor consumo de energía, es por esto que educar al personal en cuanto a eficiencia y ahorro energético se vuelve una tarea fundamental para poder generar un ahorro en cuanto a energía, generar conciencia y compromiso por parte de los trabajadores ayuda en gran manera a lograr este objetivo.

Dentro de las tareas que pueden mejorar el ahorro energético se puede enunciar las siguientes:

- Aprovechar la luz natural
- Apagar las luces cuando no se están utilizando o no son necesarias
- No alternar Agitadores en periodos cortos de tiempo en la misma descarga, sino que alternar entre cada descarga.
- Apagar los equipos de oficina cuando no se están utilizando
- Activar las funciones de ahorro energéticos de los Equipos

- Imprimir solo cuando sea necesario (la impresora genera un consumo no mejor, 1KW)
- Informar sobre los horarios tarifarios a los trabajadores.

#### 4.5. Gestión energética

Así como la cultura, el conocimiento en cuanto a periodos tarifarios es de gran ayuda, de acuerdo a esto se puede elaborar un plan que permita utilizar de electricidad.

Actualmente Oleoductos trasandinos posee una tarifa AT4.3, esta tarifa es de alta tensión y es medible tanto la potencia como la energía suministrada, dicha tarifa, se divide en dos periodos de medición, invierno ( Octubre a Marzo) y verano (Abril a Septiembre). Esta división de periodos implica una división de métodos de cálculo de tarifa mensual, esto, ya que, en el periodo de verano se cobra un cargo por potencia máxima en horas punta, esto es el resultado del consumo máximo entre el promedio los dos meses más alto en el periodo de abril y septiembre. Es por lo anterior que disminuir tanto la potencia como la energía en el periodo de invierno repercutiría de forma directa en el cobro por potencia en el periodo de Verano.

La tarifa contratada permite tener dominio sobre los consumos de la empresa, a diferencia de otras tarifas en las cuales no se hace diferencia entre potencia y energía. De acuerdo a esto de proponer las siguientes medidas que permitan ahorra en el cobro por energía eléctrica y potencia.

Ya que en el periodo de invierno es donde existe un horario punta, entre las 7 PM y 11 PM, de deben evitar realizar actividades durante este periodo. Es por esto que en primer instancia, se deben realizar la menos cantidad de actividades que requieran consumo de energía.

- No Realizar descargas de combustible en este horario (Esta mediada generara grandes ahorros tanto para Oleoductos Trasandinos como para la empresa que nos contrata ENAP).
- Desconectar los equipos que no se encuentren en funcionamiento en este periodo.
- En caso de generarse alguna descarga importante en horario punta, no alternar el uso de ambos agitadores.

## Capítulo 5

### Conclusiones

El tener la conciencia de lo bueno que es la eficiencia energética tanto para la empresa como para los consumidores y el medio ambiente, nos ayuda a disminuir costos, contribuir al medio ambiente y aumentar el valor de la empresa producto de la mejora en la imagen organizacional.

➤ Propuesta Instalación motores a Chorro

La instalación de motores a chorro generaría un gran ahorro de energía, esto debido a que los motores eléctricos se encuentran dentro del mayor consumo de energía de la planta, en cambio los motores a chorro no consumen energía, solo necesitan de un caudal y presión las cuales pueden ser aportados tanto por las bombas de descarga (de los buques y Enap) así como por las bombas que actualmente se encuentran sin funcionamiento de la propia empresa.

La figura número 17 muestra el actual consumo de los agitadores de acuerdo a su potencia y tiempo de funcionamiento en horas, generándose un consumo mensual promedio de 5.186,948 KWh

Tabla 17: Cuadro consumo mensual promedio agitadores.

Tipo de Agitador	Identificación del Agitador	Tiempo de Funcionamiento (Hora)	Potencia (HP)	Consumo Mensual (KWh)
Agitador Eléctrico	6010	23,31	60	1062,396
	6020	24,12	60	1099,872
	6030	39,79	100	3024,04
			Total	5186,948

Fuente : Elaboración propia.

El Agitador a chorro no consume energía eléctrica motivo por el cual se produce un ahorro de un 100% en el cambio de motores, es decir, se reduciría un ahorro de 5.186,948 KWh. Teniendo en consideración que el consumo promedio de la empresa es de 20.964,55 KWh, los costos en energía eléctrica para el proceso de carga de combustible disminuirían un 24,74% .

➤ Implementación de Energía renovable para la iluminación perimetral

La implementación de energía solar se encuentra a la vanguardia como solución para afrontar la crisis energética mundial, es por esto que como empresa el generar energía a partir del sol para abastecer algún tipo de sistema eléctrico los ubica un paso adelante en cuanto a política Energética país.

La implementación de energía renovable, como lo es la energía solar para la iluminación perimetral de la planta es una de las propuestas más al alcance de la empresa ya que esta es poseedora de todo el material necesario para poder alcanzar esta meta debido a la inutilización de la planta cordillera la cual es abastecida casi en un 100% con energía solar y eólica.

La instalación de los paneles solares que suministraran energía para poner en funcionamiento los focos perimetrales, los cuales consumen en promedio 4.751,5 KWh mensual reducirían un 22,6% el consumo de energía eléctrica mensual de la planta.

➤ Cambio de Focos de luces perimetrales.

En la figura número 18 se puede observar la comparación entre los focos perimetrales que actualmente posee la empresa y los de ahorro energético. Estos 25 focos perimetrales de una potencia de 400 watts representan un consumo de 3000 KWh en cambio, los de ahorro de energía disminuyen en gran medida el consumo llegando a consumir 1875 KW.

Tabla 18: Cuadro comparativo focos perimetrales.

Tipo de foco	Potencia (Watt)	Horas de funcionamiento diarias	Cantidad de focos	Consumo mensual (KWh)
Foco Actual	400	10	25	3000
Foco Ahorro	250	10	25	1875

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma el cambio de focos por unos de ahorro energético permitiría disminuir el consumo de electricidad para iluminación perimetral en un 37,6%.

➤ Cultura energética.

El Gobierno de Chile en conjunto con la asociación chilena de eficiencia energética, dentro de su plan de acción mencionan que el correcto uso del ahorro energético en sus actividades diarias disminuirían hasta un 12% el valor total de la boleta mensual de cada empresa.

- Cabe destacar que las actividades anteriormente propuestas en su conjunto presentan un gran potencial en cuanto a eficiencia y ahorro energético llegando a alcanzar una disminución de un 62,4% en el consumo energético mensual. Este escenario demuestra la gran oportunidad que se presenta como país para poder hacer un correcto uso de la energía y disminuir la dependencia energética de otros países, amortiguando de esta forma en gran medida la crisis mundial, ayudando de paso al medio ambiente y fortaleciendo la conciencia social. De igual forma mantendría a la empresa un paso más adelante en cuanto a políticas de eficiencia.

## 6. Referencias Bibliografía

- Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Guía Metodológica de Eficiencia Energética en Proyectos de Inversión (2014). Recuperado de: <http://www.acee.cl/eficiencia-energetica/ee>
- Agencia Internacional de Energía (2006). Recuperado de: <https://www.iea.org/>
- Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética (Anesco). Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/es>
- Asociación Chilena de Energía Renovable, (2015). Recuperado de: <http://www.acera.cl/>
- Challenge, M. (1997). Determining Electric Motor Load and Efficiency.
- Economía y Medio Ambiente, P. Linares (2009).
- H. Altomonte, Energías Renovables y Eficiencia Energética, (2003).
- J. Castilla y León, Manual de Procedimientos para la Realización de Auditorías Energéticas. (2008)
- J. Pérez y M. Rivier, Análisis y operación del sistema de energía (2002).
- Martínez, F. J. R., & Gómez, E. V, Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas. ( 2006)
- Manual de Ahorro de energía en la Industria, Corporación de Fomento de la Producción, (1992).
- M. Folchi y M. Rubio, El consumo de energía fósil (2005).
- M. Krarti, Energy Audit of Building Systems: An Engineering Approach. (2011)

- Ministerio de Energía, Plan De Acción Eficiencia Energética (2014). Recuperado de: <http://www.amchamchile.cl/UserFiles/Image/Events/octubre/energia/plan-de-accion-de-eficiencia-energetica2020.pdf>
- Raúl Sohr, Chile a Ciegas, (2012).
- Ricardo Laferriete, Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (2008).
- Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado de: Recuperado de: <http://www.meteochile.gob.cl/inicio.php>
- Lutz, W. F. Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina. (2001).
- Ministerio de energía. Precio suministro eléctrico. (2012a) Recuperado de : [http://www.minenergia.cl/archivos\\_bajar/2012/D\\_42\\_27\\_07.pdf](http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2012/D_42_27_07.pdf)
- Superintendencia de electricidad y combustible.. Decreto 125 (2010). Recuperado de : [http://www.sec.cl/sitioweb/transparencia\\_activa/julio2010/Decreto\\_125.pdf](http://www.sec.cl/sitioweb/transparencia_activa/julio2010/Decreto_125.pdf)
- Manual de cálculo de sistema fotovoltaico aislados/Autónomo Recuperado de : <http://www.sfe-solar.com/suministros-fotovoltaica-aislada-autonoma/manual-calculo/>
- Sapag Chain, N. Proyectos de inversión. Formulación y evaluación. Pearson Educación de México SA, México (2007).

## 7. Anexos

### 7.1 Volumen de petróleo en circulación mensual.

Volumen de petróleo en Circulación		
Año	Mes	m3
2014	Noviembre	312000
2014	Diciembre	487296
2015	Enero	473486
2015	Febrero	436718
2015	Marzo	322656
2015	Abril	298150
2015	Mayo	362640
2015	Junio	450985
2015	Julio	464751
2015	Agosto	367548
2015	Septiembre	625044
2015	Octubre	448068
2015	Noviembre	484229

Consumo Energético y Volumen de Combustible			
Año	Mes	KWh	m3
2013	enero	17.648,00	106.763,05
	febrero	18.447,00	164.062,65
	marzo	16.647,45	84.627,34
	abril	18.876,60	162.335,08
	mayo	20.974,35	176.449,20
	junio	29.071,50	227.620,67
	julio	26.700,30	100.418,41

	agosto	29.118,75	258.264,09
	septiembre	22.671,90	142.324,75
	octubre	24.837,60	200.758,70
	noviembre	19.552,50	185.740,47
	diciembre	19.905,60	173.189,05
2014	enero	19.293,00	124.250,96
	febrero	20.515,96	224.392,04
	marzo	19.529,40	130.643,61
	abril	23.581,50	159.034,53
	mayo	24.089,55	192.233,76
	junio	21.924,00	324.271,23
	julio	27.971,25	279.722,82
	agosto	26.039,70	229.915,14
	septiembre	21.084,00	204.365,37
	octubre	24.278,10	288.900,14
	noviembre	19.590,75	162.478,60
	diciembre	18.943,05	237.397,15
2015	enero	22.487,40	124.250,00
	febrero	18.774,00	192.588,28
	marzo	16.722,05	130.969,20
	abril	17.548,65	88.355,69
	mayo	21.857,85	158.186,55
	junio	22.391,85	196.428,91
	julio	25.816,05	247.755,71
	agosto	23.775,75	100.828,31
	septiembre	23.026,50	206.672,45
	octubre	21.743,55	103.854,19
	noviembre	19.861,65	155.160,56

Periodo	Precipitación anual (mm)
2008	1.137,00
2009	935,2
2010	760,2
2010	766
2011	742,4
Promedio anual	868,16

7.1 Documentación Demanda(potencia) suministrada y Demanda (potencia) horario punta.

Periodo	Demanda Suministrada (kW)	Demanda Horario Punta (kW)	m3
Febrero	270,9	72	224.392,04
Marzo	270,9	77,4	130.643,61
Abril	270,9	43,8	159.034,53
Mayo	270,9	45	192.233,76
Junio	135,6	48,6	324.271,23
Julio	135,6	48	279.722,82

Agosto	133,5	43,8	229.915,14
Septiembre	200,7	63	204.365,37
Octubre	196,2	63	288.900,14
Noviembre	196,2	63	162.478,60
Diciembre	196,2	63	237.397,15
Enero	196,2	63	124.250,00
Febrero	196,2	63	192.588,28
Marzo	715,5	43,2	130.969,20
Abril	715,5	38,4	88.355,69
Mayo	715,5	40,2	158.186,55
Junio	715,5	40,2	196.428,91
Julio	715,5	43,2	247.755,71
Agosto	715,5	43,2	100.828,31
Septiembre	645,3	42	206.672,45

Octubre	654,3	43,2	103.854,19
Noviembre	645,3	43,2	155.160,56

### 7.3 Ficha Registro utilización Agitadores.

	<b>NOVIEMBRE 2014</b>							
<b>FECHA</b>	<b>T -6010</b>		<b>T - 6020</b>		<b>T - 6030</b>		<b>HORAS</b>	<b>HRS.</b>
	<b>6010</b>	<b>6020</b>	<b>6030</b>	<b>6040</b>	<b>7010</b>	<b>7020</b>	<b>EN</b>	<b>ACUM.</b>
01-11-14					E/S	F/S	6,05	6,05
01-11-14					F/S	E/S	4,28	10,33
01-11-14					E/S	F/S	3,75	14,08
07-11-14	E/S	F/S					3,55	17,63
07-11-14	F/S	E/S					1,50	19,13
13-11-14					E/S	F/S	4,00	23,13
13-11-14					F/S	E/S	5,30	28,43
13-11-14					E/S	F/S	4,95	33,38
13-11-14					F/S	E/S	2,77	36,15

13-11-14					E/S	F/S	0,90	37,05
18-11-14	E/S	F/S					3,97	41,02
18-11-14	F/S	E/S					5,58	46,60
18-11-14	E/S	F/S					1,83	48,43
23-11-14	E/S	F/S					5,47	53,90
24-11-14	F/S	E/S					3,92	57,82
27-11-14			F/S	E/S			4,62	62,43
27-11-14			F/S	E/S			4,92	67,35
27-11-14					E/S	F/S	4,97	72,32
27-11-14			F/S	E/S			0,98	73,30
28-11-14					F/S	E/S	5,02	78,32
28-11-14					E/S	F/S	4,05	82,37
28-11-14					F/S	E/S	2,48	84,85

	<b>DICIEMBRE 2014</b>							
<b>FECHA</b>	<b>T -6010</b>		<b>T - 6020</b>		<b>T - 6030</b>		<b>HORAS</b>	<b>HRS.</b>
	<b>6010</b>	<b>6020</b>	<b>6030</b>	<b>6040</b>	<b>7010</b>	<b>7020</b>	<b>EN</b>	<b>ACUM.</b>
02-12-14					E/S	F/S	4,73	4,73
03-12-14					F/S	E/S	4,17	8,90
06-12-14	E/S	F/S					5,23	14,13
06-12-14	F/S	E/S					4,08	18,22
09-12-14			F/S	E/S			4,32	22,53
10-12-14			F/S	E/S			4,00	26,53
10-12-14			F/S	E/S			5,67	32,20
10-12-14			F/S	E/S			3,17	35,37
10-12-14					E/S	F/S	3,98	39,35
10-12-14					F/S	E/S	2,75	42,10
11-12-14					E/S	F/S	2,67	44,77
19-12-14			F/S	E/S			2,47	47,23
20-12-14			F/S	E/S			4,25	51,48

20-12-14					E/S	F/S	4,03	55,52
20-12-14					F/S	E/S	6,20	61,72
20-12-14					E/S	F/S	3,67	65,38
28-12-14			F/S	E/S			5,87	71,25
28-12-14			F/S	E/S			4,90	76,15
28-12-14					E/S	F/S	4,52	80,67
29-12-14			F/S	E/S			3,33	84,00
29-12-14					F/S	E/S	4,50	88,50
<b>ENERO 2015</b>								
FECHA	T -6010		T - 6020		T - 6030		HORAS	HRS.
	6010	6020	6030	6040	7010	7020	EN	ACUM.
01-01-15	E/S	F/S					3,98	3,98
02-01-15	F/S	E/S					4,00	7,98
02-01-15	E/S	F/S					4,75	12,73

02-01-15	F/S	E/S					4,83	17,57
04-01-15	E/S	F/S					1,33	18,90
04-01-15					E/S	F/S	5,03	23,93
04-01-15					F/S	E/S	4,48	28,42
05-01-15					E/S	F/S	4,32	32,73
05-01-15					F/S	E/S	4,67	37,40
05-01-15					E/S	F/S	1,30	38,70
13-01-15					E/S	F/S	3,53	42,23
13-01-15	F/S	E/S					6,73	48,97
13-01-15					F/S	E/S	4,88	53,85
14-01-15	E/S	F/S					5,17	59,02
16-01-15			F/S	E/S			5,07	64,08
16-01-15			F/S	E/S			5,95	70,03
17-01-15			F/S	E/S			4,92	74,95

17-01-15			F/S	E/S			1,00	75,95
19-01-15					E/S	F/S	6,70	82,65
19-01-15					F/S	E/S	4,22	86,87
19-01-15					E/S	F/S	5,02	91,88
19-01-15					F/S	E/S	4,57	96,45
20-01-15					E/S	F/S	4,70	101,15
25-01-12	E/S	F/S					5,20	106,35
25-01-15	F/S	E/S					4,05	110,40
25-01-15	E/S	F/S					4,58	114,98
29-01-15					E/S	F/S	12,33	127,32
29-01-15					F/S	E/S	6,25	133,57
29-01-15					E/S	F/S	7,33	140,90
<b>FEBRERO 2015</b>								
<b>FECHA</b>	<b>T -6010</b>		<b>T - 6020</b>		<b>T - 6030</b>		<b>HORAS</b>	<b>HRS.</b>
	<b>6010</b>	<b>6020</b>	<b>6030</b>	<b>6040</b>	<b>7010</b>	<b>7020</b>	<b>EN</b>	<b>ACUM.</b>

04-02-15				E/S			6,42	6,42
04-02-15				E/S			6,25	12,67
05-02-15				E/S			1,17	13,83
13-02-15	E/S	F/S					1,37	15,20
13-02-15	F/S	E/S					3,50	18,70
16-02-15	E/S	F/S					2,92	21,62
17-02-15				E/S			9,58	31,20
17-02-15					E/S	F/S	4,92	36,12
18-02-15					F/S	E/S	4,85	40,97
19-02-15					E/S	F/S	3,87	44,83
19-02-15					F/S	E/S	4,12	48,95
20-02-15					E/S	F/S	5,58	54,53
20-02-15					F/S	E/S	1,50	56,03
20-02-15				E/S			10,00	66,03

24-02-15				E/S			4,20	70,23
25-02-15				E/S			3,33	73,57
27-02-15					E/S	F/S	4,75	78,32
27-02-15					F/S	E/S	5,53	83,85
27-02-15					E/S	F/S	4,55	88,40
27-02-15				E/S			4,88	93,28
28-02-15					F/S	E/S	5,58	98,87
28-02-15				E/S			1,17	100,03
28-02-15					E/S	F/S	4,67	104,70
	<b>MARZO 2015</b>							
<b>FECHA</b>	<b>T -6010</b>		<b>T - 6020</b>		<b>T - 6030</b>		<b>HORAS</b>	<b>HRS.</b>
	<b>6010</b>	<b>6020</b>	<b>6030</b>	<b>6040</b>	<b>7010</b>	<b>7020</b>	<b>EN</b>	<b>ACUM.</b>
04-03-15			F/S	E/S			4,08	4,08
04-03-15			F/S	E/S			6,58	10,67

04-03-15	E/S	F/S					3,63	14,30
04-03-15			F/S	E/S			0,60	14,90
06-03-15			F/S	E/S			6,17	21,07
06-03-15	E/S	F/S					5,25	26,32
07-03-15	F/S	E/S					3,17	29,48
22-03-15			F/S	E/S			3,33	32,82
23-03-15			F/S	E/S			4,25	37,07
23-03-15			F/S	E/S			4,10	41,17
31-03-15	E/S	F/S					4,05	45,22
31-03-15	F/S	E/S					4,50	49,72
31-03-15	E/S	F/S					4,25	53,97
	<b>ABRIL 2015</b>							
<b>FECHA</b>	<b>T -6010</b>		<b>T - 6020</b>		<b>T - 6030</b>		<b>HORAS</b>	<b>HRS.</b>
	<b>6010</b>	<b>6020</b>	<b>6030</b>	<b>6040</b>	<b>7010</b>	<b>7020</b>	<b>EN</b>	<b>ACUM.</b>

03-04-15					E/S	F/S	5,58	5,58
04-04-15					F/S	E/S	4,00	9,58
04-04-15					E/S	F/S	1,08	10,67
26-04-15			F/S	E/S			6,42	17,08
26-04-15			F/S	E/S			4,12	21,20
26-04-15			F/S	E/S			0,93	22,13
<b>MAYO 2015</b>								
FECHA	T -6010		T - 6020		T - 6030		HORAS	HRS.
	6010	6020	6030	6040	7010	7020	EN	ACUM.
03-05-14	E/S	F/S					4,98	4,98
04-05-15	F/S	E/S					5,05	10,03
04-05-15					E/S	F/S	4,95	14,98
04-05-15	E/S	F/S					5,18	20,17
04-05-15					F/S	E/S	3,80	23,97

04-05-15	F/S	E/S					0,78	24,75
04-05-15					E/S	F/S	1,75	26,50
04-05-15					E/S	F/S	2,40	28,90
18-05-15			F/S	E/S			4,78	33,68
18-05-15			F/S	E/S			4,83	38,52
18-05-15					E/S	F/S	0,72	39,23
19-05-15					F/S	E/S	3,33	42,57
19-05-15					E/S	F/S	2,23	44,80
23-05-15	E/S	F/S					4,88	49,68
23-05-15	F/S	E/S					2,70	52,38
23-05-15	E/S	F/S					4,00	56,38
	<b>JUNIO 2015</b>							
<b>FECHA</b>	<b>T -6010</b>		<b>T - 6020</b>		<b>T - 6030</b>		<b>HORAS</b>	<b>HRS.</b>
	<b>6010</b>	<b>6020</b>	<b>6030</b>	<b>6040</b>	<b>7010</b>	<b>7020</b>	<b>EN</b>	<b>ACUM.</b>

02-06-15	E/S	F/S					6,17	6,17
02-06-15	F/S	E/S					4,00	10,17
04-06-15			F/S	E/S			1,37	11,53
04-06-15			F/S	E/S			4,37	15,90
05-06-15					E/S	F/S	4,17	20,07
05-06-15			F/S	E/S			1,92	21,98
05-06-15					F/S	E/S	5,00	26,98
05-06-15					E/S	F/S	6,25	33,23
05-06-15	E/S	F/S					5,00	38,23
05-06-15	E/S	F/S					3,78	42,02
09-06-15	F/S	E/S					1,48	43,50
12-06-15			F/S	E/S			6,03	49,53
13-06-15			F/S	E/S			4,92	54,45
20-06-15					E/S	F/S	5,02	59,47

21-06-15					F/S	E/S	5,02	64,48
21-06-15	E/S	F/S					4,02	68,50
21-06-15	F/S	E/S					7,75	76,25
21-06-15					E/S	F/S	3,88	80,13
23-06-15			F/S	E/S			6,83	86,97
<b>JULIO 2015</b>								
FECHA	T -6010		T - 6020		T - 6030		HORAS	HRS.
	6010	6020	6030	6040	7010	7020	EN	ACUM.
01-07-15			F/S	E/S			0,60	0,60
01-07-15			F/S	E/S			3,92	4,52
06-07-15	E/S	F/S					6,55	11,07
07-07-15	F/S	E/S					4,17	15,23
08-07-15					E/S	F/S	10,17	25,40
08-07-15					F/S	E/S	7,48	32,88

14-07-15					E/S	F/S	4,22	37,10
14-07-15					F/S	E/S	3,67	40,77
14-07-15			F/S	E/S			0,83	41,60
15-07-15			F/S	F/S			2,58	44,18
15-07-15			F/S	E/S			2,83	47,02
15-07-15			F/S	E/S			5,88	52,90
21-07-15	E/S	F/S					4,17	57,07
21-07-15	F/S	E/S					3,10	60,17
21-07-15	E/S	F/S					5,00	65,17
21-07-15	F/S	E/S					2,15	67,32
23-07-15					E/S	F/S	5,23	72,55
24-07-15					F/S	E/S	1,92	74,47
25-07-15					E/S	F/S	0,92	75,38
28-07-15	E/S	F/S					1,75	77,13

28-07-15					E/S	F/S	3,92	81,05
29-07-15					F/S	E/S	5,08	86,13
29-07-15					E/S	F/S	1,85	87,98
	<b>AGOSTO 2015</b>							
FECHA	T -6010		T - 6020		T - 6030		HORAS	HRS.
	6010	6020	6030	6040	7010	7020	EN	ACUM.
13-08-15			F/S	E/S			5,72	5,72
17-08-15			F/S	E/S			1,40	7,12
18-08-15			F/S	E/S			3,67	10,78
18-08-15	E/S	F/S					4,50	15,28
18-08-15	F/S	E/S					2,92	18,20
18-08-15	E/S	F/S					4,50	22,70
19-08-15	F/S	E/S					2,67	25,37



FECHA	T -6010		T - 6020		T - 6030		HORAS	HRS.
	6010	6020	6030	6040	7010	7020	EN	ACUM.
01-09-15			F/S	E/S			4,28	4,28
01-09-15			F/S	E/S			7,97	12,25
05-09-15	E/S	F/S					4,00	16,25
05-09-15	F/S	E/S					5,28	21,53
05-09-15	E/S	F/S					4,42	25,95
05-09-15	F/S	E/S					1,25	27,20
11-09-15					E/S	F/S	3,33	30,53
11-09-15					F/S	E/S	2,17	32,70
12-09-15					E/S	F/S	4,25	36,95
12-09-15					F/S	E/S	4,25	41,20
17-09-15			F/S	E/S			6,18	47,38
18-09-15			F/S	E/S			2,17	49,55
24-09-15	E/S	F/S					4,28	53,83



16-10-15					E/S	F/S	6,08	15,62
16-10-15					F/S	E/S	5,98	21,60
17-10-15					E/S	F/S	0,18	21,78
19-10-15	E/S	F/S					4,50	26,28
20-10-15	F/S	E/S					5,55	31,83
20-10-15	E/S	F/S					5,45	37,28
20-10-15	F/S	E/S					0,42	37,70
20-10-15			F/S	E/S			5,25	42,95
20-10-15			F/S	E/S			3,82	46,77
23-10-15			F/S	E/S			3,95	50,72
23-10-15			F/S	E/S			6,32	57,03
23-10-15			F/S	E/S			3,42	60,45
29-10-15					E/S	F/S	4,25	64,70
29-10-15					F/S	E/S	4,50	69,20



05-11-15	F/S	E/S					0,70	20,60
07-11-15			F/S	E/S			1,22	21,82
07-11-15					E/S	F/S	4,08	25,90
08-11-15					F/S	E/S	4,17	30,07
08-11-15					E/S	F/S	5,50	35,57
08-11-15					F/S	E/S	4,00	39,57
08-11-15					E/S	F/S	4,00	43,57
08-11-15					F/S	E/S	0,17	43,73
10-11-15			F/S	E/S			4,25	47,98
10-11-15			F/S	F/S			0,00	47,98
10-11-15			F/S	E/S			6,12	54,10
10-11-15			F/S	E/S			3,02	57,12
10-11-15			F/S	E/S			6,58	63,70
28-11-15					E/S	F/S	3,97	67,67

28-11-15					F/S	E/S	4,77	72,43
28-11-15					E/S	F/S	3,97	76,40
28-11-15					F/S	E/S	4,78	81,18
29-11-15					E/S	F/S	5,75	86,93
29-11-15			F/S	E/S			3,92	90,85
29-11-15					F/S	E/S	1,13	91,98
29-11-15			F/S	E/S			5,55	97,53

#### 7.4 Tiempo de utilización promedio de cada agitador

Agitador 6010	
Periodo	Tiempo Servicio (horas)
Noviembre	25,82
Diciembre	9,32
Enero	44,63
Febrero	7,78
Marzo	24,85
Abril	-
Mayo	27,58
Junio	32,20
Julio	26,88
Agosto	14,58
Septiembre	29,58
Octubre	15,92
Noviembre	20,60
Tiempo promedio Mensual	23,31

Agitador 6020	
Periodo	Tiempo Servicio (horas)
Noviembre	10,52
Diciembre	37,97
Enero	16,93
Febrero	47,00
Marzo	29,12
Abril	11,47
Mayo	9,62
Junio	25,43
Julio	16,65
Agosto	10,78
Septiembre	20,60
Octubre	22,75
Noviembre	30,65
Tiempo promedio Mensual	24,12

Agitador 6030	
Periodo	Tiempo Servicio (horas)
Noviembre	48,52
Diciembre	41,22
Enero	79,33
Febrero	49,92
Marzo	-
Abril	10,67
Mayo	19,18
Junio	29,33
Julio	44,45
Agosto	26,22
Septiembre	27,90
Octubre	50,02
Noviembre	50,70
Tiempo promedio Mensual	39,79

### 7.5. Cuestionario inicial proceso cotización Agitadores a chorro

<b>DENOMINACION DEL TANQUE</b>	<b>Nº TANQUE : 3</b>			
<b>DIMENSIONES GENERALES</b>				
Diámetro del tanque	67107mm			
Altura del tanque	14649mm			
Volumen estimado de hidrocarburo	51852 It			
Tipo de techo	flotante conico deseciente			
Altura del techo en su posición más baja (techo flotante)	1,13 mt			
Inclinación de fondo de tanque	45%			
<b>BOCAS DE HOMBRE</b>				
	<i>Boca hombre Nº 1</i>	<i>Boca Limpieza Nº 2</i>	<i>Boca hombre Nº 3</i>	<i>Boca hombre Nº 4</i>
Código de diseño bocas de hombre	<i>Se adjunta foto</i>			
Nº bocas de hombre y ángulo entre ellas 4	38			
Diámetro bocas de hombre	610mm			
Distancia de los ejes de las bocas de hombre al fondo del tanque	90,5 cm			
<b>TIPO DE LLENADO/VACIADO DE PRODUCTO DE TANQUE</b>				
	<i>Gravedad</i>	<i>Oleoducto</i>	<i>Buque Tanquero</i>	<i>Otros</i>
Presión de llenado		0,85-1,53 API		
Caudal de llenado		1800-3000m3/h		
Diámetro tubería de entrada de producto a tanque		30 pulgadas		
Diámetro tubería de entrada de producto de recirculación		12 pulgadas		
Diámetro tubería de salida de producto del tanque		12 pulgadas		
Nivel mínimo de hidrocarburo		1,8 mt		
Nivel máximo de hidrocarburo		13,3 mt		
<b>SISTEMA DE CALENTAMIENTO/AGITACION ACTUAL</b>				
	<i>Nº de agitadores</i>			
Serpentines de calentamiento	<i>4 por agitador</i>			
Agitadores eléctricos de hélice	<i>2 por tanque</i>			
Agitadores de chorro	0			
Otros sistemas				
<b>PROPIEDADES DEL PRODUCTO</b>				
Producto	Hidrocarburos			
Densidad				
Gravedad específica				
Viscosidad (a la Tª de almacenamiento)	0,8			
Presión				
Temperatura				
Concentración de agua y sedimentos admitida a la salida (%)				
Concentración de sal admitida a la salida (%)				
<b>EQUIPOS DE BOMBEO DISPONIBLES EN REFINERIA/TERMINAL (*)</b>				
	<i>Bomba Nº 1</i>	<i>Bomba Nº 2</i>	<i>Bomba Nº 3</i>	<i>Bomba Nº 4</i>
Función bomba				
Tipo de bomba disponible ( 6 Bombas)	<i>centrifuga</i>	<i>centrifuga</i>	<i>centrifuga</i>	<i>centrifuga</i>
Tipo de accionamiento				
Caudal				
Presión				
Tipo de filtrado				