

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE GESTIÓN ENERGÉTICA
OPTIMIZANDO EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA
PLANTA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO – VILLA EL SALVADOR”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

TORRES MARIN, JUAN CARLOS

Villa El Salvador

2018

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por formar parte de mi fe y es en él quien confío cada día de mi vida y permite haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por ser las personas que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual a permito que hoy en esta etapa de mi vida este logrando una de mis grandes metas.

A mis hermanos, que seré el pionero de esta etapa profesional y la cual quiero que prosigan y tomen como ejemplo de que todo se puede.

A mis abuelos, a mis tíos, a mis primos por brindarme su apoyo y su aliento a seguir adelante, por inculcarme que puedo y seré un gran profesional de lo cual ellos estarán orgullosos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por haberme brindado el estatus de un profesional competente.

A los docentes los cuales fueron una parte fundamental brindándome sus conocimientos y experiencias las cuales me formaron como profesional.

A la empresa que me brindó la oportunidad de plasmar esta investigación , por formar parte de su familia, y permitirme aprender esta parte de la ingeniería, gracias a ellos estoy desarrollando este proyecto de investigación.

A los compañeros a la vez grandes amigos de la universidad, por demostrarme la amistad y apoyo incondicional en mi etapa universitaria.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	viii
CAPÍTULO I	10
Planteamiento del Problema	10
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	10
1.2 Justificación del Proyecto	11
1.2.1.- Justificación Técnica	11
1.2.2.- Justificación Económica.....	12
1.2.3.- Justificación Social.....	12
1.3 Delimitación de la Investigación	12
1.3.1 Delimitación Teórica	12
1.3.2 Delimitación Espacial	13
1.3.3 Delimitación Temporal.....	13
1.4 Formulación del Problema.....	13
1.4.1 Problema General.....	13
1.4.2 Problemas Específicos	13
1.5 Objetivos	14
1.5.1 Objetivo General.....	14
1.5.2 Objetivo Específicos	14
CAPÍTULO II	15
Marco Teórico	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Bases Teóricas	17
2.2.1 Gestión energética	17
2.2.2 Procedimiento para realizar una auditoría energética.....	18
2.2.2.1 Índices de consumo energético.....	18
2.2.2.2 Balance de energía.....	18
2.2.2.3 Incidencia del consumo de energía.....	19
2.2.3 Identificación de medidas de ahorro de energía	20
2.2.3.1 Medidas sin inversión	20
2.2.3.2 Medidas con baja o mediana inversión	20
2.2.3.2 Medidas con alta inversión	20
2.2.4 Estudio y análisis de la energía eléctrica.....	20
2.2.4.1 Corrección del factor de potencia.....	21
2.3 Definición de términos básicos.....	36

CAPÍTULO III	38
3.1 Descripción de la propuesta de gestión energética	38
3.2 Resultados	41
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Monto facturado por mes.....	11
Figura 02. Triangulo de potencias.....	23
Figura 03. Diagrama esquemático de compensación.....	25
Figura 04. Valores k de potencia.....	26
Figura 05. Caldera pirotubular horizontal.....	27
Figura 06. Torre de enfriamiento.....	28
Figura 07. Bloquetera.....	29
Figura 08. Compresora.....	31
Figura 09. Costos de generación.....	32
Figura 10. Calculo tarifario a clientes finales.....	33
Figura 11. Régimen tarifario en media tensión.....	34
Figura 12. Régimen tarifario en baja tensión.....	35
Figura 13. Diagrama de perdidas.....	39
Figura 14. Diagrama unifilar.....	40
Figura 15. Distribución de luminarias almacén de bloques.....	47
Figura 16. Distribución de luminarias sala de equipos.....	48
Figura 17. Diagrama de intensidad luminosa.....	49
Figura 18. Selección de Luminaria.....	50
Figura 19. Recibo de luz en BT-3.....	51
Figura 20. Recibo de luz en MT-3.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla N°01. Características técnicas de la caldera pirotubular horizontal.....	27
Tabla N°02. Características técnicas de la torre de enfriamiento.....	29
Tabla N°03. Características técnicas del bloquetero de poliestireno expandido....	30
Tabla N°04. Características técnicas de la compresora.....	31
Tabla N°05. Medición en tablero general.....	41
Tabla N°06. Diagrama de barras de costo de energía reactiva inductiva.....	42
Tabla N°07. Costo de Energía Reactiva Inductiva.....	42
Tabla N°08. Corrección del factor de potencia.....	44
Tabla N°09. Diagrama de barras de Costo de energía mensual con el factor de potencia corregido.....	45
Tabla N°10. Costo de energía mensual con el factor de potencia corregido.....	45
Tabla N°11. Comparativo de consumo de potencia reactiva inductiva.....	46
Tabla N°12. Cambio de régimen tarifario en baja tensión.....	53
Tabla N°13. Cambio de régimen tarifario en media tensión.....	53

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética juega un papel fundamental en las decisiones tomadas en el sector industrial, ya que de ello dependen sus beneficios económicos y la competitividad en el mercado nacional e internacional. Partiendo de este principio evaluamos la planta de poliestireno expandido la cual factura mensualmente un promedio de 15 000 nuevos soles generando un déficit de costo fijo. Se evidencia gracias a los recibos mensuales que el coste de consumo eléctrico abarca diversas formas de pago desde consumo en horas pico hasta consumo de energía reactiva inductiva. Para estos casos se quiere optimizar el consumo de la energía eléctrica implementando un sistema de gestión el cual nos permita invertir y recuperar a corto, medio y largo plazo.

La realización del proyecto abordara específicamente al flujo de la energía eléctrica basándose en conceptos de auditoria energética y eficiencia energética.

La estructura que se ha seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, en el cual se especifica el problema del flujo de la energía eléctrica y las consecuencias económicas que conlleva el no estabilizarla, además se justifica como afecta el estudio de la energía eléctrica a la planta de poliestireno en el ámbito técnico, social y económico. A la vez en este capítulo se plantean los objetivos específicos los cuales parten desde como plantear un modelo hasta en que sistemas se puede ejercer eficiencia energética y a la vez si es factible un cambio de régimen tarifario.

El segundo capítulo comprende el desarrollo del marco teórico, mostrando como antecedentes sistemas de ahorro de energía el cual nos propone herramientas de solución propuesta – ejecución , además abarca los fundamentos teóricos necesarios para la realización del proyecto, brindándose la conceptualización necesaria con respecto a la gestión de energía eléctrica, recopilación de datos, auditoria energética, eficiencia energética, y un marco conceptual con palabras clave para la realización del proyecto.

El tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto, comprende la selección de equipos y la factibilidad de cambio tarifario, a la vez habrá cuadros comparativos de costo beneficio de la implementación de los sistemas.

CAPÍTULO I

Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la Realidad Problemática:

En la actualidad la empresa de poliestireno expandido ubicada en Villa el Salvador, sufre de un flujo energético eléctrico desbalanceado evidenciado en su facturación mensual. Se paga por las diversas formas del flujo de la energía eléctrica (energía reactiva inductiva, energía activa – fluctuación de la energía eléctrica) lo cual está generando un déficit por costo fijo.

Un análisis de factibilidad tarifaria de baja tensión a media tensión debe ser analizada teniendo en cuenta la potencia contratada 185.00KW, a la vez la aplicación de una propuesta de mejoramiento energético es lo que ayudara a encontrar las áreas de oportunidad para la optimización y utilización de la energía eléctrica. El no dar la atención adecuada a estos sistemas permitirá el uso ineficiente de la energía eléctrica.

El análisis de un diagnóstico energético en la empresa demostrara las zonas críticas con respecto al consumo. Se plantea implementar una auditoria energética eléctrica interna para dar seguimiento de la distribución de energía eléctrica.



Figura 01. Monto Facturado por Mes
Fuente: "NEXPOL" – Torres, Juan C.

1.2 Justificación del Proyecto:

Este proyecto se justifica debido a la necesidad de proveer un servicio de ahorro de energía el cual es inevitable, dado que presupone la aplicación y control de métodos técnicamente fundamentados los cuales permiten utilizarla con responsabilidad.

1.2.1.- Justificación Técnica

El estudio del comportamiento de la energía eléctrica en este proyecto nos dará un panorama de cómo podemos relacionarla de manera real, compensando los por menores que deriven estos sistemas.

Una auditoría energética nos dará un análisis de los flujos de energía con el objetivo de comprender la energía dinámica empleada del sistema.

1.2.2.- Justificación Económica

Este proyecto permitirá una reducción de consumo de energía eléctrica generando un beneficio económico, es la clave de éxito de este proyecto.

1.2.3.- Justificación Social

La producción y el uso de la energía suponen la principal causa, junto con el transporte, de las emisiones de gases de efecto invernadero, gases responsables del cambio climático. Por ello, una de las formas de actuar para limitar e impedir sus gravísimas consecuencias ambientales, sociales consiste en reducir el consumo energético.

1.3 Delimitación de la Investigación

1.3.1 Delimitación Teórica

El proyecto solo abarcará la propuesta del comportamiento de los diversos tipos de potencia eléctrica el diseño de balanceo de cargas de los equipos a mencionar, el replanteamiento de luminarias mediante el software dialux el planteamiento de cambio de régimen tarifario se delimitará en base a la potencia consumida versus la producción de poliestireno expandido generado.

No formará parte de este proyecto, diseño autómatas de electrobombas y de los motores, tampoco será parte del estudio el cálculo del sistema hidráulico como tuberías, caudales requeridos, ya que estos forman parte de otra área de análisis.

1.3.2 Delimitación Espacial

El presente proyecto se desarrolló en la planta de poliestireno expandido ubicada en la antigua panamericana sur KM 17.3 Urbanización tipo Huerta Villa el Salvador -Lima.

1.3.3 Delimitación Temporal

El proyecto se llevó a cabo en el periodo del 1 de marzo del 2017 al 31 de enero del 2018.

1.4 Formulación del Problema.

1.4.1 Problema General

¿Cómo mejorar la gestión energética optimizando el consumo de energía eléctrica en la planta de poliestireno expandido - Villa el Salvador?

1.4.2 Problemas Específicos

- ┆ ¿Cómo realizar un modelo de gestión energética eléctrica?
- ┆ ¿Cuál es el comportamiento energético eléctrico de la planta?
- ┆ ¿Cuáles son los equipos o sistemas que podemos ejercer eficiencia energética?
- ┆ ¿Cómo desarrollar la factibilidad de cambio de régimen tarifario en media tensión para la carga contratada actualmente?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Formular la mejora de la gestión energética optimizando el consumo de energía eléctrica en la planta de poliestireno expandido - Villa el Salvador

1.5.2 Objetivo Específicos

- ┆ Diseñar un modelo de gestión energética eléctrica.
- ┆ Determinar es el comportamiento energético eléctrico de la planta.
- ┆ Evaluar los equipos o sistemas que podemos ejercer eficiencia energética.
- ┆ Formular y desarrollar la factibilidad de cambio de régimen tarifario en media tensión para la carga contratada actualmente.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes

- Talla Chicoma, (2015), realizó la Tesis: “Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa”, escuela superior de ingeniería, industrial de Perú. La investigación llevo a la siguiente conclusión:
- ✓ Realizar un proyecto de ahorro de energía parte con la etapa de planificación , la cual involucra analizar la situación y proponer posibles ideas para desarrollo de la propuesta a ejecutar, para ello es clave utilizar herramientas de solución de problemas; luego se realiza la ejecución de la mejora , en la cual todas las ideas ya organizadas , basadas en conceptos técnicos se plasman para obtener la oportunidad de implementarse , luego sigue el control y evaluación si los resultados son tal cual se planearon.

Comentario:

En referencia a la tesis citada se puede observar que para realizar un proyecto de ahorro de energía requiere implementar un modelo de gestión de energía el cual

se basa en conceptos técnicos e utilización de herramientas de solución de problemas y se asemeja a uno de mis objetivos planteados.

- Molina Solares, (2011) realizó la tesis *“Propuesta para el mejoramiento del sistema de energía, vapor y agua (eva) del hospital de accidentes 7-19, área de quirófanos”*. Facultad de ingeniería, Maestro en energía y ambiente. La investigación dejó como conclusión lo siguiente:
 - ✓ Se analizó el sistema energético de área de quirófanos y se ha desarrollado una propuesta para el mejoramiento del mismo.

Comentario:

Según lo leído en esa tesis es necesario recopilar datos los cuales nos conllevarán a determinar el comportamiento energético de la planta para así poder realizar una propuesta de mejoramiento.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Gestión energética

Como consecuencia de la crisis del petróleo en la década de los años 1970-1980 se puso de manifiesto la gran dependencia energética. La propia supervivencia de muchas empresas, organizadas en función de unos procesos intensivos en energía, que era hasta esos momentos muy barata, motivó que desde la administración se incentivaría la racionalización del consumo energético.

Los estudios técnico-económicos mostraron que podía reducirse el consumo de energía, por ello se aplicaron medidas en empresas grandes y medianas especialmente, y en los sectores con mayor dependencia energética.

La optimización energética no se alcanzó automáticamente, sino que se conjuntaron diferentes esfuerzos como la realización de auditorías, operaciones de demostración, introducción de equipos, procedimientos más eficientes y esquemas de financiación que permitieron rebajar la dependencia energética de las empresas, pero con el tiempo el crecimiento económico y nuevas exigencias han modulado la mejora. (AEDIE, 2003, pág. 27)

La energía permite a las empresas alcanzar mayor productividad y mayor calidad en su producción. Sin embargo, la energía se debe cubrir mayoritariamente con importaciones. Por ello, el conocimiento de cómo la empresa contrata su energía, cómo la consume en sus procesos, y cuánto repercute en su costo, su posición relativa respecto a otras empresas similares y las posibles mejoras para disminuir el costo energético, fue el origen del desarrollo de las auditorías energéticas.

2.2.2 Procedimiento para realizar una auditoría energética

2.2.2.1 Índices de consumo energético

Consiste en la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de evaluar las posibilidades de ahorro de energía y la cuantificación de las mismas, así como para determinar la conveniencia de la oportunidad económica de ejecutarlas.

“Ahorrar la mayor cantidad de energía al menor costo” (Ministerio de Energía y Mina, 2001, pág. 215).

- Identificación del proceso productivo y/o áreas principales.
- Identificación de las fuentes de energía.
- Identificación de los consumidores de energía, capacidad instalada y horas de operación.
- Información histórica de las facturas de los suministradores de energía.

2.2.2.2 Balance de energía

Elaborar balances de energía, con el objeto de conocer la distribución de energía en las diferentes fases del proceso productivo y/o áreas, es decir la caracterización de carga.

- Toma de datos.
- Registros y mediciones puntuales.
- Las diferentes formas de energía que entran o salen del sistema deben estar referidas a un mismo período de tiempo y expresadas en las mismas unidades.

- Los balances deben regirse por el principio de que la energía que se aporta al sistema es idéntica a la que éste cede.

2.2.2.3 Incidencia del consumo de energía

Determinación de cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

Se implementan por medio de uniones físicas entre los elementos que forman el sistema de control (por ejemplo, contactores y relés unidos entre sí por cables eléctricos). La estructura de conexionado entre los distintos elementos da lugar a la función lógica que determina las señales de salida en función de las señales de entrada. Se pueden distinguir tres tecnologías diferentes:

- ┆ Fluido (neumática o hidráulica).
- ┆ Eléctrica (relés o contactores).
- ┆ Electrónica estática (puertas lógicas y biestables).

Luego de la Auditoría Energética teniendo como base las conclusiones y recomendaciones de la misma, se ejecutará un Plan de Acción. Estos resultados deben ser conocidos por todo el personal de la empresa porque de esa manera comienza a crearse un buen ambiente de motivación y concientización.

Las acciones correctivas deben iniciarse con las medidas de housekeeping, y divulgar sus resultados para una mayor motivación del personal. Asimismo, debe complementarse el programa con cursos de capacitación dirigidos al personal, y de incentivos. Lo que incidirá en mayores rendimientos del mismo. (Ministerio de Energía y Minas, 2001. Proyecto para ahorro de energía, pág. 223)

2.2.3 Identificación de medidas de ahorro de energía

2.2.3.1 Medidas sin inversión

Relacionadas con los modos operativos, seguimiento y control.

- Desconexión de equipos que no están en producción.
- Programación correcta de la producción evitando tiempos muertos.
- Sustitución a luminarias led.
- Capacitación al personal.

2.2.3.2 Medidas con baja o mediana inversión

Generalmente tienen retorno menor a un año. Por ejemplo:

- Corrección del factor de potencia.
- Uso de controladores de velocidad.

2.2.3.2 Medidas con alta inversión

Se refieren a “cambio de tecnologías y/o procesos” con tiempos largos de retorno de capital. Por ejemplo:

- Instalación de equipos de alta eficiencia (motores, calderos).
- Uso de controlador automático de demanda.
- Cambio de procesos químicos, métodos de secado, etc.

2.2.4 Estudio y análisis de la energía eléctrica

2.2.4.1 Corrección del factor de potencia

Factor de potencia es el nombre dado a la relación entre la potencia activa (kW) usada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación, o dicho de otro modo, el coseno del ángulo formado por el desfase de la corriente con respecto al voltaje aplicado.

Todos los aparatos que contienen inductancia, tales como motores, transformadores y demás equipos con bobinas necesitan corriente reactiva para establecer campos magnéticos necesarios para su operación.

El desfase producido por la corriente reactiva se anula con el uso de capacitores de potencia, lo que hace que el funcionamiento del sistema sea más eficaz y, por lo tanto, requiera menos corriente en la línea.

A. Resistencia aparente, efectiva y reactiva

La resistencia aparente (o impedancia) de un circuito eléctrico resulta según la ley de Ohm de la tensión aplicada V y de la corriente I . En corriente alterna la impedancia Z consta de una parte real R (efectiva) y de una parte reactiva X (reactancia).

La reactancia puede ser de dos tipos, inductiva X_L y capacitiva X_c . La reactancia inductiva está determinada por la inductancia del circuito y se expresa como:

$$X_L = \omega L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

donde:

ω = frecuencia angular

f = frecuencia en Hz (hertz)

L = inductancia en H (henry)

La reactancia inductiva tiene la característica de retrasar la corriente con respecto al voltaje, debido a que la inductancia es la propiedad eléctrica que se opone a cualquier cambio de corriente.

La reactancia capacitiva está determinada por la capacitancia del circuito, y se expresa como:

$$X_c = 1 / \omega C = 1 / 2 \pi \cdot f \cdot C$$

Donde:

C = capacitancia en F (faradio)

La reactancia capacitiva tiene la característica de adelantar la corriente con respecto al voltaje, debido a que la capacitancia es la propiedad eléctrica que permite almacenar energía por medio de un campo electrostático y de liberar esta energía posteriormente.

Entonces ya que el triángulo de las resistencias es un triángulo rectángulo, se puede calcular:

$$Z^2 = R^2 + X^2 \text{ con } Z, R \text{ y } X \text{ en } \Omega$$

La suma de las reactancias en el circuito nos dará la reactancia real que predomine, o sea $X = X_L - X_C$, por lo tanto:

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

B. Potencia aparente, efectiva y reactiva

La potencia eléctrica es el producto de la tensión por la corriente correspondiente.

Podemos diferenciar los tres tipos:

Potencia aparente (kVA)

$$S = VI$$

Potencia efectiva (kW)

$$P = V.I.\cos \phi = V.I.R$$

Potencia reactiva (kVAR)

$$Q = V.I.\text{Sen } \phi = V.I.X$$

La potencia efectiva P se obtiene de multiplicar la potencia aparente S por el "Cos ϕ ", el cual se le denomina como "factor de potencia".

El ángulo formado en el triángulo de potencias por P y S equivale al desfase entre la corriente y la tensión y es el mismo ángulo de la impedancia; por lo tanto, el cos ϕ depende directamente del desfase.

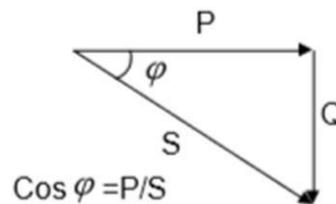


Figura 02. Triangulo de potencias

Fuente: "Compensación de energía reactiva" – Schneider-Electric

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \cos \phi = P/S$$

C. Ventajas de la corrección del factor de potencia

De manera invertida, lo que no produce un efecto adverso produce una ventaja; por lo tanto, el corregir el factor de potencia a niveles más altos, nos da como consecuencia:

a) Un menor costo de energía eléctrica,

Al mejorar el factor de potencia no se tiene que pagar penalizaciones por mantener un bajo factor de potencia.

b) Aumento en la capacidad del sistema.

Al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.

c) Mejora en la calidad del voltaje.

Un bajo factor de potencia puede reducir el voltaje de la planta, cuando se toma corriente reactiva de las líneas de alimentación. Cuando el factor de potencia se reduce, la corriente total de la línea aumenta, debido a la mayor corriente reactiva que circula, causando mayor caída de voltaje a través de la resistencia de la línea, la cual, a su vez, aumenta con la temperatura. Esto se debe a que la caída de voltaje en una línea es igual a la corriente que pasa por la misma multiplicada por la resistencia en la línea.

Con la compensación se reducen la potencia reactiva y la intensidad de la corriente, quedando la potencia real constante, es decir, se mejora el factor de potencia.

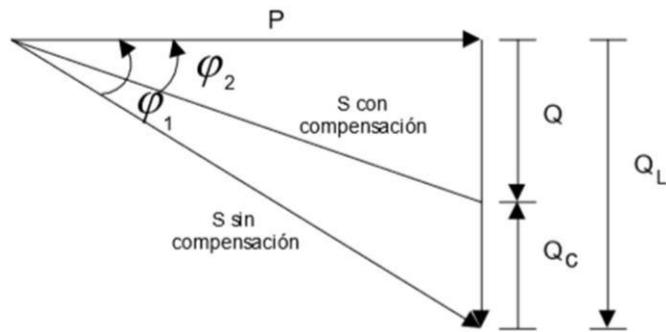


Figura 03. Diagrama esquemático de compensación
 Fuente: “Compensación de energía reactiva” – Schneider-Electric

d. Cálculo de la potencia capacitiva deseada

Una vez determinado el FP de la instalación, es necesario decidir el factor de potencia deseado para eliminar la Energía Reactiva (FP deseado) que será un valor lo más próximo a la unidad.

El valor definido por la diferencia de tangentes se denomina “factor k” y sus valores más habituales se resumen en la tabla....

Una vez definidos y calculados los valores k y F se puede calcular la potencia capacitiva necesaria (PkVAr) medida en kVAr para la compensación del factor de potencia. RTR Energía recomienda incrementar este valor (PkVAr) entre un 15-20% para preveer posibles ampliaciones.

$$FP_{deseado} = \cos(\varphi_{deseado})$$

$$k = \tan(\varphi_{inicial}) - \tan(\varphi_{deseado})$$

Determinar el valor F (kW):

- ✓ Potencia (kW) indicada por un maxímetro.
- ✓ Potencia contratada en la instalación (kW).
- ✓ El valor calculado de P (kWh) multiplicada por el número de horas de funcionamiento.

$$P_{kvar} = k \cdot F$$

Valores del factor <i>k</i> más usuales													
FP antes de compensar		Factor de potencia después de compensar											
		cosφ	0,80	0,84	0,88	0,90	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
cosφ	tge	tge	0,750	0,646	0,540	0,484	0,484	0,329	0,292	0,251	0,203	0,142	0,000
0,400	2,291	1,541	1,645	1,752	1,807	1,865	1,963	2,000	2,041	2,088	2,149	2,291	
0,430	2,100	1,350	1,454	1,560	1,615	1,674	1,771	1,808	1,849	1,897	1,957	2,100	
0,460	1,930	1,180	1,284	1,391	1,446	1,504	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930	
0,490	1,779	1,029	1,133	1,239	1,295	1,353	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779	
0,520	1,643	0,893	0,997	1,103	1,158	1,217	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643	
0,550	1,518	0,768	0,873	0,979	1,034	1,092	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518	
0,580	1,405	0,655	0,759	0,865	0,920	0,979	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405	
0,610	1,299	0,549	0,653	0,759	0,815	0,873	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299	
0,640	1,201	0,451	0,555	0,661	0,716	0,775	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201	
0,670	1,108	0,358	0,462	0,568	0,624	0,682	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108	
0,700	1,020	0,270	0,374	0,480	0,536	0,594	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020	
0,730	0,936	0,186	0,290	0,396	0,452	0,510	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936	
0,760	0,855	0,105	0,209	0,315	0,371	0,429	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855	
0,790	0,776	0,026	0,130	0,236	0,292	0,350	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776	
0,800	0,750	-	0,104	0,210	0,266	0,324	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750	
0,810	0,724	-	0,078	0,184	0,240	0,298	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724	
0,820	0,698	-	0,052	0,158	0,214	0,272	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698	
0,830	0,672	-	0,026	0,132	0,188	0,246	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672	
0,840	0,646	-	-	0,106	0,162	0,220	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646	
0,850	0,620	-	-	0,080	0,135	0,194	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620	
0,860	0,593	-	-	0,054	0,109	0,167	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593	
0,870	0,567	-	-	0,027	0,082	0,141	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567	
0,880	0,540	-	-	-	0,055	0,114	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540	
0,890	0,512	-	-	-	0,028	0,086	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512	
0,900	0,484	-	-	-	-	0,058	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484	
0,910	0,456	-	-	-	-	0,030	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456	
0,920	0,426	-	-	-	-	-	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426	
0,930	0,395	-	-	-	-	-	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395	
0,940	0,363	-	-	-	-	-	0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363	
0,950	0,329	-	-	-	-	-	-	0,037	0,078	0,126	0,186	0,329	
0,960	0,292	-	-	-	-	-	-	-	0,041	0,089	0,149	0,292	
0,970	0,251	-	-	-	-	-	-	-	-	0,048	0,108	0,251	
0,980	0,203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,061	0,203	
0,990	0,142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,142	

Figura 04. Valores *k* de Potencia
Fuente: “Compensación de energía reactiva” – RTR

- ❖ A continuación, se describen las principales características técnicas de los equipos que forman parte de la planta de poliestireno

Tabla N°01. Características Técnicas de la Caldera Piro-tubular Horizontal

Fuente: Manuales de Usuario – Intensa

Caldera Piro-tubular Horizontal Modelo PTH-125-3-WB-C-GLP/GN.	
Energía	
Consumo de energía	125 BHP
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de alimentación	AC
Tensión nominal	
Tensión nominal, fuerza	220 VAC
Tensión nominal, control	110 VAC



Figura 05. Caldera Piro-tubular Horizontal

En caso de mayor información, ver el Anexo N°1 en la cual se dan las características más completas extraídas de la misma página del fabricante.

Torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento se encarga de volver a estado líquido el vapor ya usado – restante del proceso del ciclo de expansión del poliestireno una vez condensada pasa al purificador de agua.



Figura 06. Torre de enfriamiento

En caso de mayor información, ver el Anexo N°2 en la cual se dan las características más completas extraídas de la misma página del fabricante.

Tabla N°02. Características Técnicas de la Torre de enfriamiento
Fuente: Manuales de Usuario

Torre de Enfriamiento	
Conexión de red	
Rango de potencia	5.5 kw
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de alimentación	AC- 3F
Frecuencia	60 Hz
Tensión nominal, fuerza	220 VAC

Bloquetero de poliestireno expandido

A continuación, se describen los datos técnicos del Bloquetero de poliestireno expandido, ver las características en la Tabla N°03:



Figura 07. Bloquetera

Tabla N°03. Características Técnicas del Bloquetero de poliestireno expandido

Fuente: NEXPOL

Bloquetero de poliestireno expandido		
	Potencia	39 kw
	Voltaje	440 v
	fases	3 f
	Frecuencia	60 hz

En caso de mayor información, ver el Anexo N°3 en la cual se dan las características más completas del bloquetero de poliestireno expandido.

Compresora

Es la encargada de inyectar el vapor desde el caldero pirotubular horizontal el bloquetero y a la vez eyectar el vapor condensado de la bloquetera hacia la torre de enfriamiento.

A continuación, se describe los datos técnicos de la compresora, ver características tabla N° 4:



Figura 08. Compresora

Tabla N°04. Características Técnicas de la Compresora

COMPRESORA	
Conexión de red	
Rango de potencia	12.9KW
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de alimentación	AC- 3F
Frecuencia	60 Hz
Tensión nominal, fuerza	200 a 240 V

2.2.6 Tarifas eléctricas – Factibilidad tarifaria

Los precios de la Electricidad para cada cliente representan el costo de abastecer el suministro de manera económica y se estructuran de acuerdo a los componentes que forman cada sistema eléctrico. De acuerdo con la Ley de Concesiones Eléctricas (Ley 25844) el sector eléctrico se divide en tres actividades: generación, transmisión y distribución.

Las redes eléctricas del sistema peruano están clasificados en 4 niveles de tensión:

1. Muy alta tensión (MAT), tensiones superiores a 100kV.
2. Alta tensión (AT), tensiones superiores a 30kv e inferiores a 100kV.
3. Media tensión (MT), tensiones superiores a 440 V e inferiores a 30kV.
4. Baja tensión (BT), tensiones inferiores a 440 V

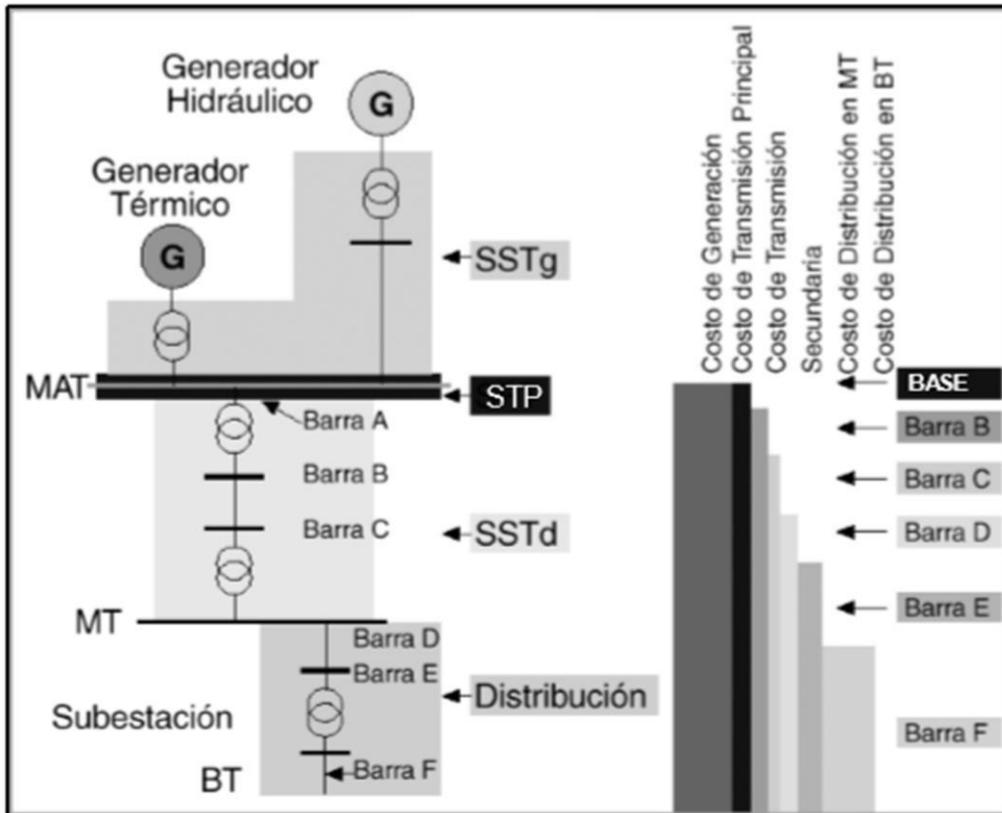


Figura 9. Costos de generación

Fuente: Elaboración Ministerio de energía y minas

A. Demanda Máxima Mensual y Demanda Máxima Mensual en Horas de Punta

┆ Se entenderá por demanda máxima mensual, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes.

」 Se entenderá por demanda máxima mensual en horas de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de punta a lo largo del mes.

」 Se entenderá por demanda máxima mensual fuera de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo fuera de punta a lo largo del mes.

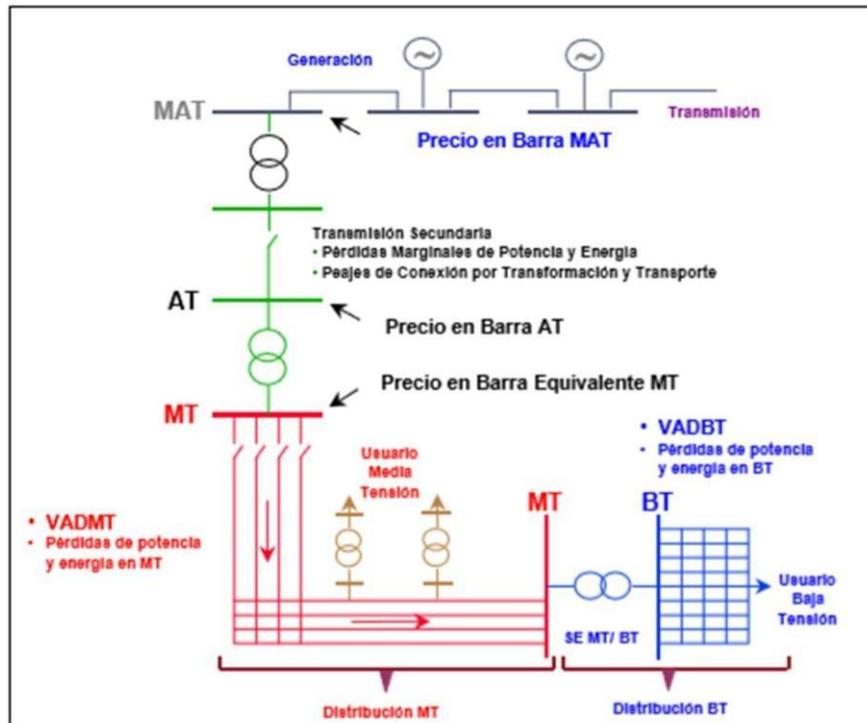


Figura 10. Calculo tarifario a clientes finales
Fuente: Elaboración Ministerio de energía y minas

B. Las opciones tarifarias para usuarios en media tensión (MT) y baja tensión (BT) son las siguientes

Media Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. g) Cargo por energía reactiva.</p>
MT3	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Potencia: Máxima del Mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable.</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.</p>
MT4	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: Total del mes.</p> <p>Potencia: Máxima del mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.</p>

Figura 11. Régimen tarifario en media tensión
Fuente: Elaboración Ministerio de energía y minas

BT2	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva.</p>
BT3	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.</p>
BT4	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: Total del mes Potencia: Máxima del mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.</p>
BT5A	<p>Medición de dos energías activas (2E)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta.</p>
BT5B	<p>Medición de una energía activa (1E)</p> <p>Energía: Total del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.</p>
BT5C	<p>Alumbrado Público, medición de una energía activa (1E)</p> <p>Energía: Total del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.</p>
BT6	<p>Medición de una potencia activa (1P)</p> <p>Potencia: Máxima del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por potencia activa.</p>

Figura 12. Régimen tarifario en baja tensión
Fuente: Elaboración Ministerio de energía y minas

2.3 Definición de términos básicos

✓ **Consumo eléctrico facturado.**- Se establece como la cantidad de energía eléctrica consumida en determinado tiempo multiplicada por una tarifa establecida.
 $Kw \cdot h \cdot \text{tarifa}$ (Sobrevilla y Farina (2009), Instalaciones Eléctricas)

✓ **Demanda eléctrica.**- Se establece como la cantidad de energía eléctrica consumida por unidad de tiempo y se mide bajo la fórmula: $kW \cdot h$ (Kilowatio* Hora).
(Sobrevilla y Farina (2009), Instalaciones Eléctricas)

✓ **Energía eléctrica.** - Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos, para obtener trabajo.

✓ **Intensidad.** - La intensidad (I), se mide en amperios y es una medida del flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe a un movimiento de los electrones en el interior del material. El amperio (A) es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. (Alsina y Stevenson (2010), Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia)

✓ **Potencia (w).** - La potencia, en términos generales, es la capacidad que tiene un elemento para generar un trabajo en una unidad de tiempo. La potencia eléctrica se expresa en vatios (w). (Alsina y Stevenson (2010), Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia)

✓ **Voltio- Voltaje.** - El voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente con una intensidad de un amperio utiliza un watt de potencia. El Volt (V) es la unidad de voltaje. (Alsina y Stevenson (2010), Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia)

✓ **Ley de ohm.** - La corriente en una parte del circuito es directamente proporcional a la tensión en ella e inversamente proporcional a su resistencia. $I = V / R$ (Sobrevilla y Farina (2009), Instalaciones Eléctricas)

CAPÍTULO III

Propuesta para el mejoramiento de gestión energética optimizando el consumo de energía eléctrica en una planta de poliestireno expandido - villa el salvador

3.1 Descripción de la propuesta de gestión energética

A continuación, se realizará la descripción de la propuesta de gestión energética, con el fin de poder optimizar el consumo de energía eléctrica en la planta de poliestireno expandido NEXPOL.

La propuesta se basará en el siguiente formato el cual estoy proponiendo como diagnóstico energético evaluando en primera instancia las propuestas del concepto de auditorías energéticas y eficiencia energética y se desarrolla de la siguiente manera:

Plan de modelo de gestión energética :

- ✓ Mediciones eléctricas.
- ✓ Estudio de las cargas.
- ✓ Balance de energía.

- ✓ Análisis de resultados
- ✓ Identificar áreas de oportunidad en ahorro de energía
- ✓ Elaborar propuesta de mejora
- ✓ Calcular costo-beneficio

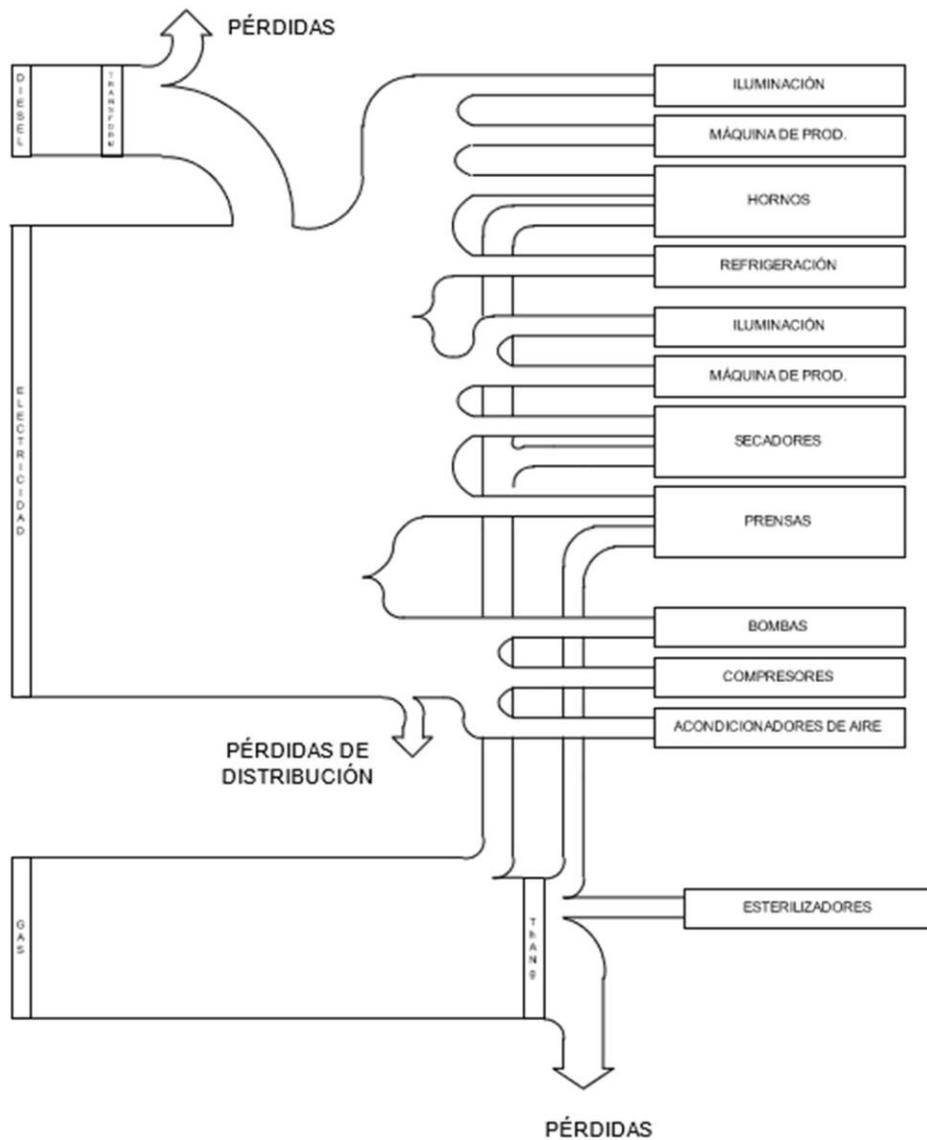
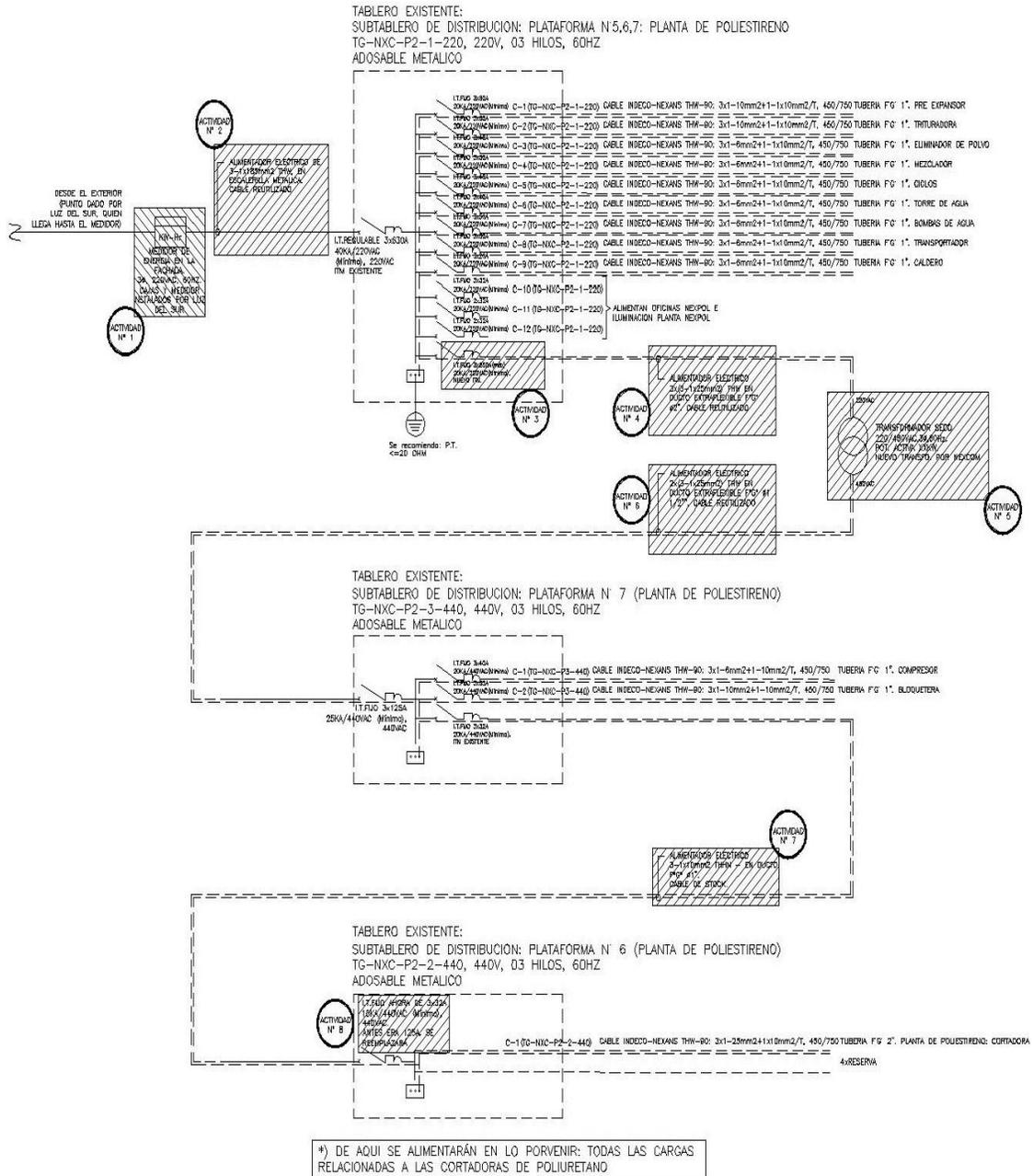


Figura 13. Diagrama de pérdidas

Fuente: Eficiencia en Sistemas de Refrigeración, Calefacción y Aire Acondicionado

Figura 14. Diagrama unifilar



3.2 Resultados

Medición y estudio de las cargas

Para el desarrollo del proyecto se hará uso de un analizador de redes marca flucke430, el cual tiene como código de referencia en la lista de productos el siguiente:

Este equipo nos permitirá cuantificar valores reales del flujo energético, en la siguiente tabla expresare los valores recopilados.

Mediciones y estudio de la carga

Tabla N°05. Medición en tablero general

Fuente: Propia – Consumo Nexpol

DATOS MOSTRADOS EN FACTURACION MENSUAL								
NEXPOL SAC	Consumo de Energía Activa Hora Punta	Consumo de Energía Activa Fuera Punta	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	Potencia Contratada	Potencia a Facturar - Hora Punta	Potencia a Facturar - Hora Fuera Punta (Factor F, Máxima Potencia detectada)	Potencia de Generación Fuera de Punta	Potencia de Distribución Fuera de Punta
UNIDAD	KW-Hr	KW-Hr	KVA-Hr	KW	KW	KW	KW	KW
Mar-17	804.00	8,068.50	4,703.25	185.00	79.74	102.33	102.33	102.33
Abr-17	2,371.50	12,414.00	7,885.35	185.00	79.50	105.21	105.21	103.77
May-17	553.50	9,886.50	5,593.50	185.00	87.75	103.77	103.77	104.49
Jun-17	1,810.50	13,902.00	7,485.75	185.00	92.85	110.37	110.37	107.79
Jul-17	6,808.50	27,988.50	16,119.90	185.00	100.65	109.98	109.98	110.18
Ago-17	4,162.50	23,103.00	12,187.35	185.00	101.49	108.60	108.60	110.18
Set-17	2,034.00	16,359.00	8,340.60	185.00	103.62	116.97	116.97	113.67
Oct-17	2,146.50	15,960.00	8,450.55	185.00	82.98	106.92	106.92	113.67
Nov-17	1,413.00	15,540.00	7,943.10	185.00	87.21	109.47	109.47	113.67
Dic-17	520.50	13,642.50	6,474.60	185.00	74.00	108.21	108.21	113.48
Ene-18	1,050.00	15,907.50	7,947.75	185.00	90.45	109.02	109.02	113.22

En esta tabla podemos evidenciar en primera instancia los tipos de energía consumida y la máxima demanda en tiempo actual registrados en la planta.

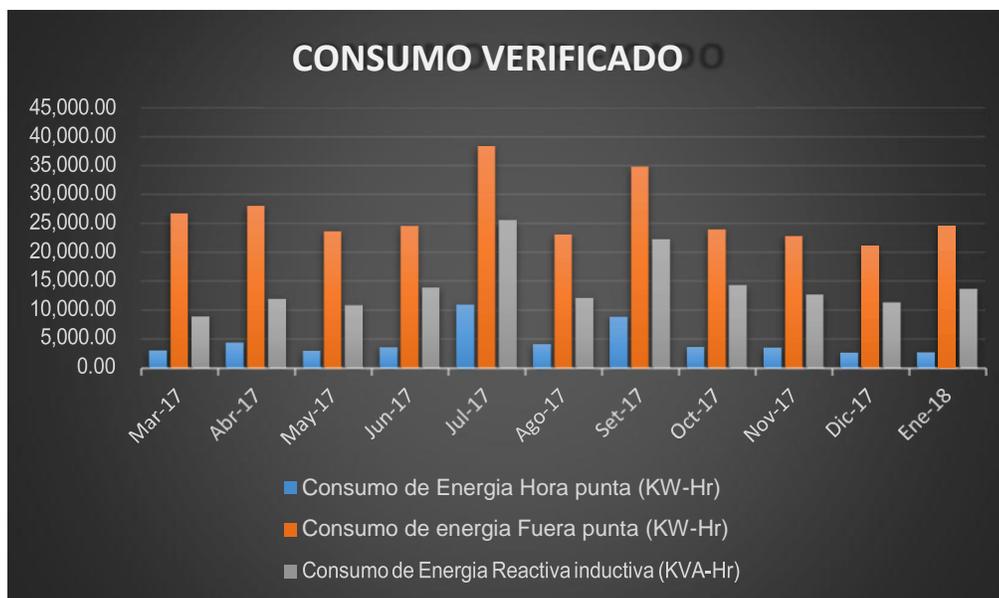


Tabla N°06. Diagrama de barras costo de Energía Reactiva Inductiva

Fuente: Propia – Consumo Nexpol

NEXPOL SAC	Consumo de Energía Hora punta (KW-Hr)	Consumo de Energía Fuera punta (KW-Hr)	Consumo de Energía Reactiva inductiva (KVA-Hr)	Costo de Energía Reactiva Inductiva (KVA-Hr)	TOTAL, LUZ DEL SUR – FACTURADO
Mar-17	804.00	8,068.50	4,703.25	S/ 197.80	S/ 11,811.90
Abr-17	2,371.50	12,414.00	7,885.35	S/ 331.63	S/ 13,674.00
May-17	553.50	9,886.50	5,593.50	S/ 235.24	S/ 12,004.80
Jun-17	1,810.50	13,902.00	7,485.75	S/ 314.82	S/ 13,828.90
Jul-17	6,808.50	27,988.50	16,119.90	S/ 677.94	S/ 21,726.50
Ago-17	4,162.50	23,103.00	12,187.35	S/ 512.56	S/ 17,305.80
Set-17	2,034.00	16,359.00	8,340.60	S/ 350.78	S/ 15,435.20
Oct-17	2,146.50	15,960.00	8,450.55	S/ 355.40	S/ 15,024.00
Nov-17	1,413.00	15,540.00	7,943.10	S/ 334.06	S/ 14,963.00
Dic-17	520.50	13,642.50	6,474.60	S/ 272.30	S/ 14,292.30
Ene-18	1,050.00	15,907.50	7,947.75	S/ 334.25	S/ 15,371.90

Tabla N°07. Costo de Energía Reactiva Inductiva

Fuente: Propia – Consumo Nexpol

Corrigiendo el factor de potencia, para así mejorar el consumo de energía reactiva inductiva.

Sabemos que:

$$\mathbf{FP = \cos(\phi) = P/S = \frac{P}{P^2+Q^2}}$$

Diciendo que el $FP_{deseado} = \cos(\phi_{deseado})$

$$k = \tan(\phi_{inicial}) - \tan(\phi_{deseado})$$

$$P_{kvar} = k * F$$

Siendo F la potencia máxima o la potencia contratada.

Expresando estas fórmulas en la tabla de Excel obtenemos los siguientes resultados:

Tabla N°08. Corrección del factor de potencia
Fuente: Propia – Consumo Nexpol

DATOS MOSTRADOS EN FACTURACION MENSUAL	NEXPOL SAC	UNIDAD	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	
	Consumo de Energía Activa Hora Punta	KW-Hr	804.00	2,371.50	553.50	1,810.50	6,808.50	4,162.50	2,034.00	2,146.50	1,413.00	520.50	1,050.00	
	Consumo de Energía Activa Fuera Punta	KW-Hr	8,068.50	12,414.00	9,886.50	13,902.00	27,988.50	23,103.00	16,359.00	15,960.00	15,540.00	13,642.50	15,907.50	
	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	KVA-Hr	4,703.25	7,885.35	5,593.50	7,485.75	16,119.90	12,187.35	8,340.60	8,450.55	7,943.10	6,474.60	7,947.75	
	Potencia Contratada	KW	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	185.00	
	Potencia a Facturar - Hora Punta	KW	79.74	79.50	87.75	92.85	100.65	101.49	103.62	82.98	87.21	74.00	90.45	
	Potencia a Facturar - Hora Fuera Punta (Factor F, Máxima Potencia detectada)	KW	102.33	105.21	103.77	110.37	109.98	108.60	116.97	106.92	109.47	108.21	109.02	
	Exceso de Energía Reactiva (E reactiva - 0.3*E activa)	kVAR-Hr	2,041.50	3,449.70	2,461.50	2,772.00	5,680.80	4,007.70	2,822.70	3,018.60	2,857.20	2,225.70	2,860.50	
	ArcTg (Ø2): Con capacitores - Deseado	Rad	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	
	Coseno (Ø2): Con capacitores - Deseado	Cos ()	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	
	Potencia de Generación Fuera de Punta	KW	102.33	105.21	103.77	110.37	109.98	108.60	116.97	106.92	109.47	108.21	109.02	
	Potencia de Distribución Fuera de Punta	KW	102.33	103.77	104.49	107.79	110.18	110.18	113.67	113.67	113.67	113.48	113.22	
	METODO Nº 1	NEXPOL SAC	UNIDAD	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18
		Coseno (Ø1): Sin capacitores - Existente/Por recibos	Cos ()	0.88	0.88	0.88	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Coseno (Ø2): Con capacitores - Deseado		Cos ()	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	
Seno (Ø1): Sin capacitores - Existente/Por recibos		Sen ()	0.47	0.47	0.47	0.43	0.42	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	
Seno (Ø2): Con capacitores		Sen ()	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	
Tangente (Ø1): Sin capacitores - Existente/Por recibos		Tg ()	0.53	0.53	0.54	0.48	0.46	0.45	0.45	0.47	0.47	0.46	0.47	
Tangente (Ø2): Con capacitores		Tg ()	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
K: Tangente (Ø1) - Tangente (Ø2) (Hallado por Fórmula)		---	0.230	0.233	0.236	0.176	0.163	0.147	0.153	0.167	0.169	0.157	0.169	
K: Según Tabla Valores del Factor K		---	0.248	0.248	0.248	0.193	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164	
En base a la Potencia Máxima Detectada en el Mes (Factor F, de Máxima Potencia):														
Potencia Capacitiva P _{KVAR} (Hallado por Fórmula)		kVAR	23.55	24.55	24.47	19.47	17.95	15.96	17.95	17.83	18.45	17.01	18.39	
Potencia Capacitiva P _{KVAR} (F _x K, Según Tabla Valores del Factor K)		kVAR	25.38	26.09	25.73	21.30	18.04	17.81	19.18	17.53	17.95	17.75	17.88	

Como podemos apreciar el factor de potencia está en cambio esto se debe a la variación de producción de poliestireno.

Una vez obtenido nuestro factor de corrección de potencia deseado podemos estimar un sistema de banco de condensadores para así poder compensar esta fluctuación.

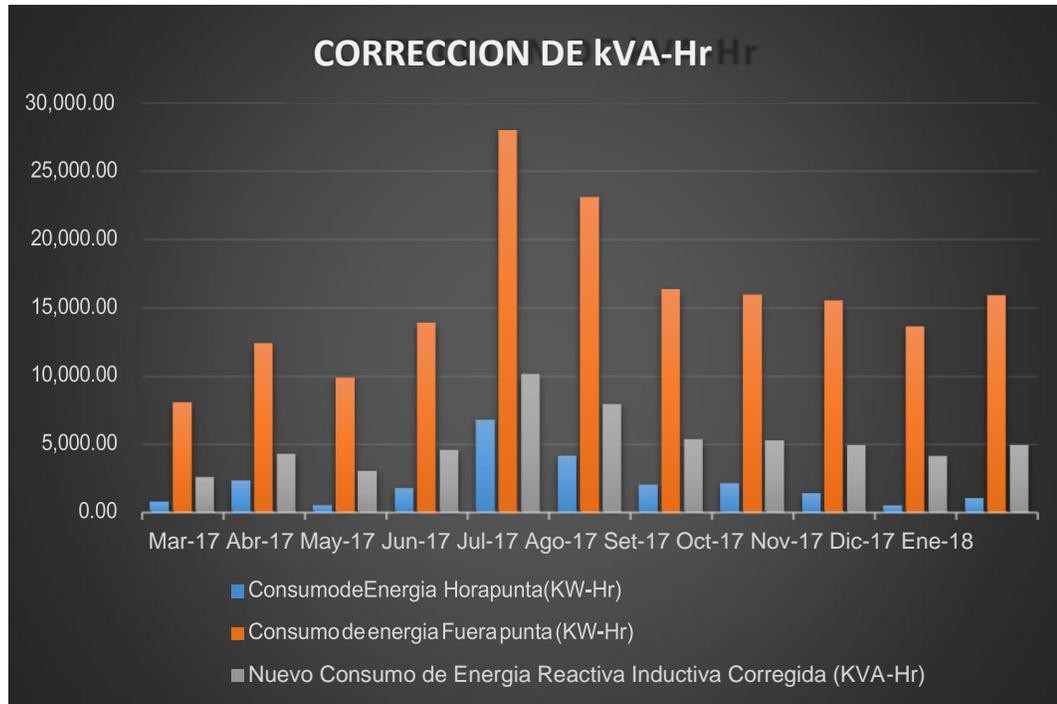


Tabla N°09. Diagrama de barras de costo de energía mensual con el factor de potencia corregido
Fuente: Propia – Consumo Nexpol

	Costo de Energía Reactiva Inductiva	TOTAL LUZ DEL SUR -	Costo de Energía Reactiva Inductiva	TOTAL SI SE UBIERA CORREGIDO
Mar-17	S/ 197.80	S/ 11,811.90	S/ 108.83	S/ 11,614.10
Abr-17	S/ 331.63	S/ 13,674.00	S/ 181.37	S/ 13,342.37
May-17	S/ 235.24	S/ 12,004.80	S/ 128.06	S/ 11,769.56
Jun-17	S/ 314.82	S/ 13,828.90	S/ 192.74	S/ 13,514.08
Jul-17	S/ 677.94	S/ 21,726.50	S/ 426.84	S/ 21,048.56
Ago-17	S/ 512.56	S/ 17,305.80	S/ 334.45	S/ 16,793.24
Set-17	S/ 350.78	S/ 15,435.20	S/ 225.62	S/ 15,084.42
Oct-17	S/ 355.40	S/ 15,024.00	S/ 222.10	S/ 14,668.60
Nov-17	S/ 334.06	S/ 14,963.00	S/ 207.95	S/ 14,628.94
Dic-17	S/ 272.30	S/ 14,292.30	S/ 173.73	S/ 14,020.00
Ene-18	S/ 334.25	S/ 15,371.90	S/ 208.01	S/ 15,037.65

Tabla N°10. Costo de energía mensual con el factor de potencia corregido
Fuente: Propia – Consumo Nexpol

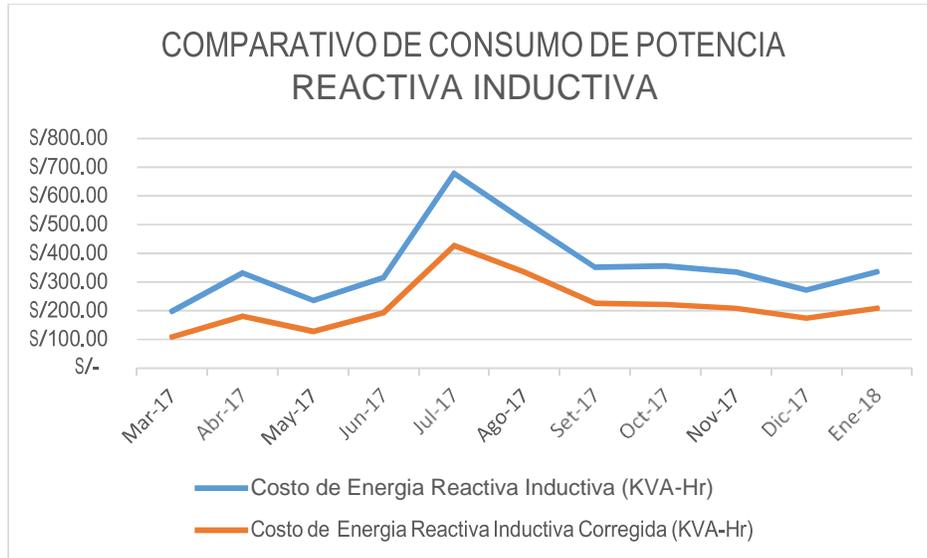


Tabla N°11. Comparativo de consumo de potencia reactiva inductiva
Fuente: Propia – Consumo Nexpol

Según Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuario final OSINERMING se extrae lo siguiente:

Artículo 16° Facturación de energía reactiva, “Consumo de energía reactiva inductiva hasta el 30% de la energía activa total mensual sin cargo alguno”.

Tasa de retorno a mediano plazo

Inversión por banco de condensadores el cual incluye tablero de distribución Interruptores termomagnéticos, condensadores y todo el sistema en marca Schneider la suma de S/. 10000 (ver detalles Anexo 4). Mensualmente se evidencia un retorno de S/.350 dado que al implementar el sistema de banco de condensadores estaremos debajo del 30 % de consumo de energía activa inductiva aproximadamente lo cual retornaría en 2 años Y 3 meses.

Eficiencia Energética aplicado a luminarias

Actualmente Nexpol cuenta con el siguiente sistema de luminarias.

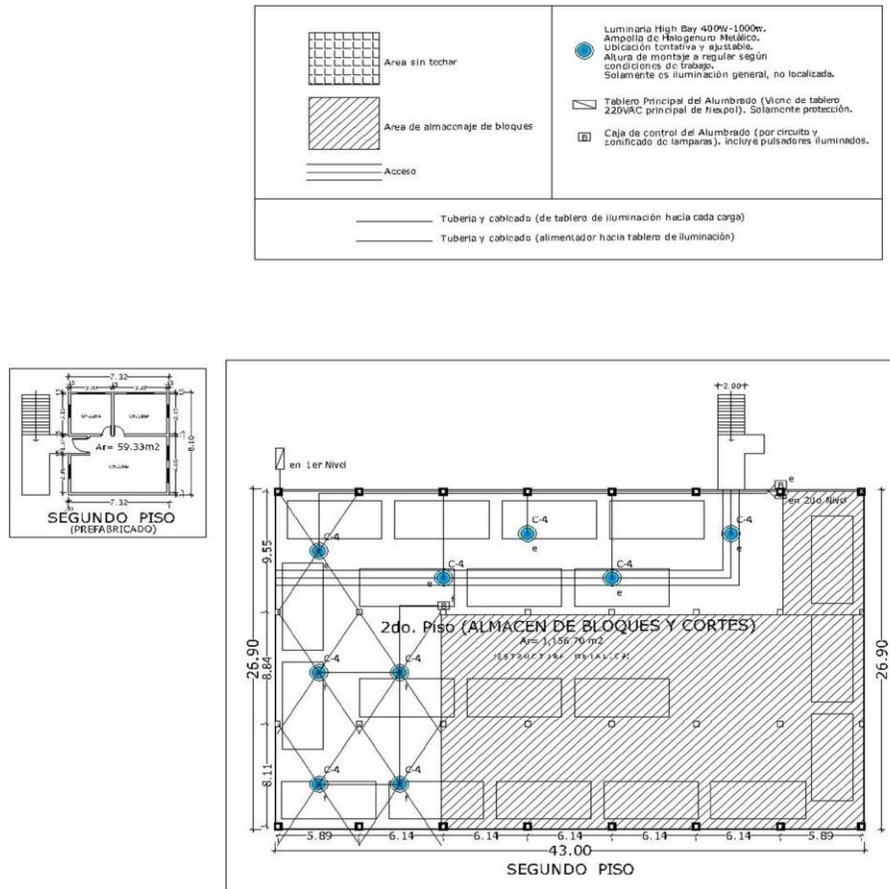


Figura 15. Distribución de luminarias almacén de bloques

Fuente: NEXPOL

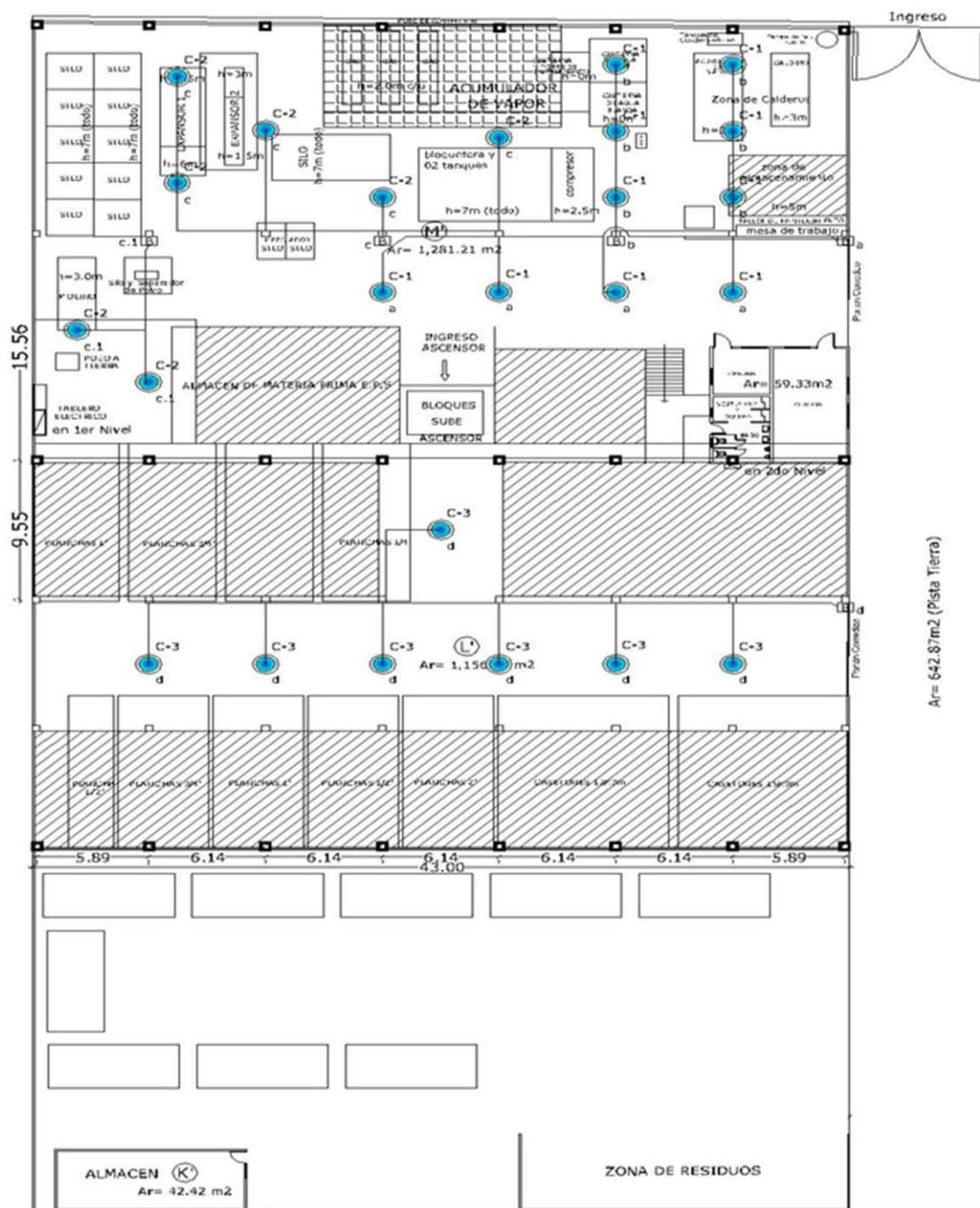


Figura 16. Distribución de luminarias sala de equipos
Fuente: NEXPOL

Tal como se aprecia actualmente manejan luminarias high bay de 400 W de potencia y se manejan actualmente 34 de estos equipos, cabe resaltar que se están contabilizando solo las luminarias de pasadizos de la planta de poliestireno.

Haciendo un cálculo de Kw-h:

Estos equipos trabajan desde las 3:30 pm hasta las 5 :30 y laboran de lunes a viernes.

Por lo tanto, se tiene que se usan 3 horas diarias, entonces el promedio mensual que gastan estos equipos:

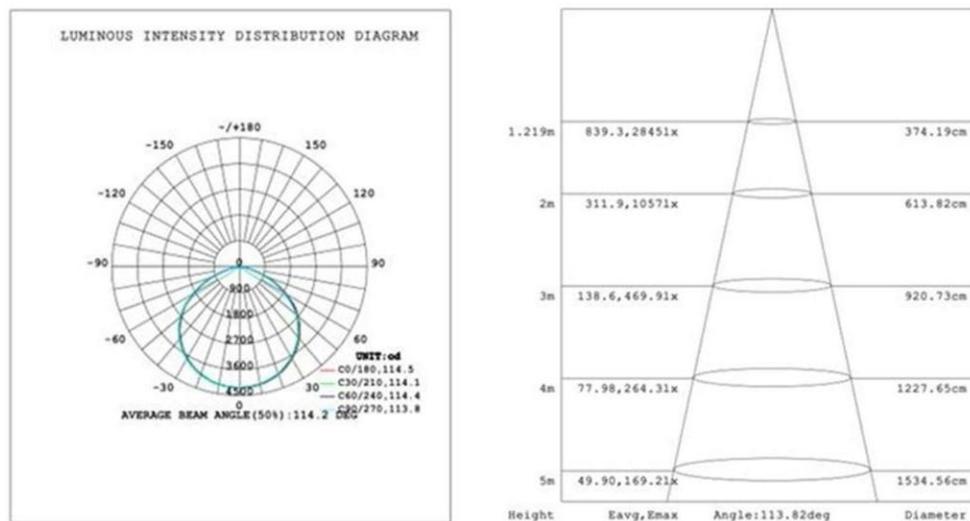
$(3h \times 400w) \times 34 \times 5 \text{ días} \times 4 \text{ semanas} = 816 \text{ kW-h}$ mensualmente.

Características de los equipos high bay (Anexo 5).

Aquí lo que se propone es un cambio de generación de tecnología en luminarias se propone luminarias tipo led modelo high bay led serie ufo

El cual consta con las siguientes características:

Figura 17. Diagrama de intensidad luminosa



Potencia: 120w – Funciona como una de 400w

Luminous Flux : 14,400 lm

Eficiencia: 120 lum/w

Color: 6000K – 6500K

Ideal para industrias:



Figura 18. Selección de Luminaria

Calculo de eficiencia si se cambia las luminarias:

$$34 \times 120 \text{ w} \times 3 \text{ h} \times 5 \text{ días} \times 4 \text{ semanas} = 244,8 \text{ kw-h}$$

$$\text{Es decir, se tendrá un ahorro de: } 816 \text{ (kw-h)} - 244,8 \text{ (kw-h)} = 571.2 \text{ kw-h}$$

Facturando este ahorro aproximadamente:

$$\text{Costo unitario de kw -h según recibo: S/.0.1921}$$

$$571.2 \text{ kw-h} \times \text{S/. } 0.1921 = \text{S/.109.73}$$

Inversión por luminarias led:

$$\text{Costo de cada equipo led S/.700}$$

Número de equipos requeridos para la planta:

34 x 700 = S./23800

Tasa de retorno Inmediata de lo invertido:

(S/. 23800 / S/.109.73) /12 = 18.19 (Es decir se recupera el monto de lo invertido en 18 meses con 2 semanas)

Cambio de régimen tarifario:

Nos basaremos en datos existentes y se hará un comparativo de costo unitario por kw-h en baja tensión y costo unitario en media tensión según datos de investigación de otras empresas

NEXOS COMERCIALES S.A.C.
ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 17.3 MZ D LT 4 URB PRE URBANA TIPO HUERTA
VILLA EL SALVADOR - LIMA

R.U.C.: 20468316505 TELEFONO: 6342700
Recibo Nro 210623423 N - ENL-12993

LUZ DEL SUR
SU CANAL Y SERVIDOR SON SUOS. ¡NO
PUEDE SER COMPARTIDO!

Nº SUMINISTRO **1847289**

DATOS DEL SUMINISTRO

Sucursal	PEDRO MIGDTT	Concesión	Sustentancia C4-3
Métrica	30-085.5084	Potencia	Contratada 188.00 KW
Tarifa	BT3	Facturación	Variable
Nivel Tensión	220 V	Medidor	Trifásico
Sector Tipos	1 (860133)		Eléctrico 3 Fases

REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO

Historia de Consumo

Importe 2 Últimos meses Facturados
Dic-17 S/ 14,292.31 Ene-18 S/ 15,371.88

Energía Activa (kWh)

	Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual (25/02/2018)	164.540	1252.510
Lectura Anterior (25/01/2018)	157.830	1151.610
Diferencia entre lecturas	6.610	100.900
Factor de Medición	150	150
Consumo a facturar	1021.50	15105.00

Demanda (kW)

	Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual (25/02/2018)	0.5546	0.7300
Lectura Anterior (25/01/2018)	0.0000	0.0000
Diferencia entre lecturas	0.5546	0.7300
Factor de Medición	150	150
Potencia Registrada	83.1900	109.5000
Calificación	Fuera de Punta	0.070
Nº Horas de punta		135 horas

Energía Reactiva (kVAR.h)

	Inductiva
Lectura Actual (25/02/2018)	1095.520
Lectura Anterior (25/01/2018)	1013.770
Diferencia entre lecturas	81.750
Factor de Medición	150
Consumo Registrado	12262.50
Consumo a facturar	7424.55

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe
Cargo Fijo			3.17
Mant. y Reposición de Conexión			5.08
Consumo de Energía Hora Punta	0.2485	1021.50	253.84
Consumo de Energía Fuera Punta	0.2078	15105.00	3140.33
Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0420	7424.55	311.63
Potencia Generación Fuera de Punta	38.2397	109.50	4.296.75
Potencia Distribución Fuera de Punta	42.0997	113.24	4.767.37
Alumbrado Público			202.30
Nota Debito Res. N° 227-2017-OS/CD (IGV)			204.26
Electrificación Rural (Ley N° 28748)	0.0083	16128.50	2.373.29
SUBTOTAL DEL MES			15.692.07
TOTAL LUZ DEL SUR			15.692.07

PAGO AUTOMÁTICO EN CUENTA

Ajuste sencillo mes anterior: 0.02
Ajuste sencillo mes actual: -0.09

Para información sobre el proceso de devolución del CASE, aplicado a los consumos de energía entre mayo del 2015 y enero del 2017, ingrese a nuestra página Web www.luzdelsur.com.pe

TOTAL A PAGAR S/ *15,692.00**

FECHA EMISIÓN: **28-FEB-2018** FECHA VENCIMIENTO: **15-MAR-2018**

MENSAJES AL CLIENTE

CARGO EN EL BANCO DE CREDITO

El total a pagar incluye: Recargo por FOSB (Ley 37510) S/ 464.56

Figura 19. Recibo de luz en BT-3

Analizando el consumo mensual

NEXPOL SAC	Consumo de Energía Hora punta (KW-Hr)	Consumo de Energía Fuera punta (KW-Hr)	Costo Unitario BT-3(kw-Hr)
Mar-17	804.00	8,068.50	S/ 1,877.24
Abr-17	2,371.50	12,414.00	S/ 3,170.19
May-17	553.50	9,886.50	S/ 2,192.95
Jun-17	1,810.50	13,902.00	S/ 3,340.14
Jul-17	6,808.50	27,988.50	S/ 7,510.72
Ago-17	4,162.50	23,103.00	S/ 5,837.49
Set-17	2,034.00	16,359.00	S/ 3,906.49
Oct-17	2,146.50	15,960.00	S/ 3,851.49
Nov-17	1,413.00	15,540.00	S/ 3,581.90
Dic-17	520.50	13,642.50	S/ 2,965.62
Ene-18	1,050.00	15,907.50	S/ 3,568.09

Tabla N°12. Cambio de régimen tarifario en baja tensión

Fuente: Propia – Consumo Nexpol

NEXPOL SAC	Consumo de Energía Hora punta (KW-Hr)	Consumo de Energía Fuera punta (KW-Hr)	Costo Unitario MT-3(kw-Hr)
Mar-17	804.00	8,068.50	S/ 1,734.07
Abr-17	2,371.50	12,414.00	S/ 2,927.80
May-17	553.50	9,886.50	S/ 2,025.95
Jun-17	1,810.50	13,902.00	S/ 3,085.18
Jul-17	6,808.50	27,988.50	S/ 6,935.74
Ago-17	4,162.50	23,103.00	S/ 5,391.30
Set-17	2,034.00	16,359.00	S/ 3,608.35
Oct-17	2,146.50	15,960.00	S/ 3,557.46
Nov-17	1,413.00	15,540.00	S/ 3,308.81
Dic-17	520.50	13,642.50	S/ 2,739.92
Ene-18	1,050.00	15,907.50	S/ 3,296.28

Tabla N°13. Cambio de régimen tarifario en media tensión

Fuente: Propia – Consumo Nexpol

Se evidencia un ahorro de aproximado constante de S/. 150 mensuales. Mientras que por la potencia de generación de estima unos S/.1000 mensuales.

Analizando una tasa de retorno

La implementación de una subestación en media tensión en la planta de poliestireno cuesta aproximadamente unos S/.120000 los cuales serían retribuidos a largo plazo. (Mas detalles ver anexo 6)

$(120000/1150) /12 =8.7$

La tasa de retorno sería en unos 8 años con 7 meses.

CONCLUSIONES

- 」 Se diseño un modelo de gestión energética basado en auditorías energéticas y en base a eficiencia energética.
- 」 Se determino el estudio del comportamiento energético eléctrico de la planta, se rectificó la fluctuación del flujo eléctrico en el tablero general de la planta de poliestireno.
- 」 Se determino los sistemas donde podemos ejercer eficiencia energética evaluando una tasa de retorno en base a lo invertido a corto, mediano y largo plazo.
- 」 Se evaluó el régimen tarifario en base a comparativo de recibos en media tensión con respecto al de baja tensión.
- 」 Se formulo diversidad de tipos de sistemas a implementar y optimizar la energía eléctrica en la planta de poliestireno expandido.

RECOMENDACIONES

- 」 Se recomienda implementar un HMI (Interfaz Hombre Maquina), con el objetivo de que un operario pueda visualizar el proceso, teniendo una rápida reacción ante posibles inconvenientes externos al sistema.

- 」 Se recomienda implementar a futuro un sistema de monitoreo a distancia para que la estación sea controlada desde un SCADA, para un mayor control del proceso.

- 」 Implementar un plan de mantenimiento predictivo de todos los equipos inmiscuidos en el sistema eléctrico según el diagrama unifilar de la planta de poliestireno expandido.

BIBLIOGRAFÍA

- 」 Comunidad de Madrid (1ra Edición).(2003) “Manual de auditorías”
- 」 Duran Solis Jorge. (2015) “Ahorro de energía en invernaderos mediante el uso de luz led”.
- 」 Elisa Talla C. (2015) “Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa”
- 」 Fernando Estuarno Molina. (2011) “Propuesta para el mejoramiento del sistema de energía, vapor y agua (eva) del hospital de accidentes 7-19, área quirófanos”.
- 」 W. Bolton. (2006) “Mecatrónica - Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica”. Editorial Alfaomega. (3ra Edición)

ANEXOS

ANEXO N°1: DATOS TÉCNICOS DE LA CALDERA PIROTUBULAR

ITEM	CANT	DESCRIPCION	US\$ P.T.
01	01	<p>CALDERO PIROTUBULAR HORIZONTAL DE 125 BHP PARA COMBUSTIBLE GLP/GAS NATURAL</p> <p>* Caldero Pirotubular Horizontal de 125BHP de Tres Pases de Fuego Wetback (Espalda Húmeda) HOGAR CORRUGADO TIPO MORRISON para Combustible GLP/Gas Natural marca INTESA, modelo PTH-125-3-WB-C-GLP/GN.</p> <p><i>Características Principales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pases : 03 Pases ▪ Potencia : 125 BHP ▪ Capacidad Calorífica : 4,184 MBTU/Hr. ▪ Superficie de Calefacción : 626 Sq. Ft. ▪ Capacidad de Producción de Vapor : 4,312 Lb/Hr. a 212°F ▪ Presión de Diseño : 150 PSI ▪ Presión de Prueba Hidrostática: : 225 PSI ▪ Presión de Trabajo : Regulable de 5-150 PSI ▪ Combustible a Utilizar : GLP/GN ▪ Eficiencia Térmica : 87% ▪ Garantizada ▪ Suministro Eléctrico <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuerza : 220v/3ø/60 Hz ○ Controles : 110v/1ø/60 Hz ▪ Diseño : De acuerdo a Norma ASME y ASTM <ul style="list-style-type: none"> * Sección I :Calderas de Potencia * Sección II :Especificación de Materiales * Sección VIII :Recipientes a Presión * Sección IX :Calificación de Soldadura ▪ Funcionamiento y Operación : Automático ▪ Recipiente a presión en plancha de la Norma ASTM 285-Grade "C" ó SA-516-Gr-70 de procedencia USA ó Europea ▪ Tubos de Fuego de la Norma ASTM-A-192 sin costura de procedencia Europea. 	44,958.00

ANEXO N°2: DATOS TÉCNICOS DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

Cooling Water Tower

Specifications	Standard flow(m3/h)	Inlet/outlet Dia. (mm)	Water pump suitable	Dimensions (mm)	Weight (kg)
10T	10	50	2" /2HP	Φ 1200× 1600	55
15T	15			Φ 1380× 1710	80
20T	20			Φ 1550× 2080	100
25T	25	65	2.5" /3HP	Φ 1550× 2080	105
30T	30			Φ 1670× 2150	130
40T	40	80	3" /5HP	Φ 1900× 2305	160
50T	50			Φ 2110× 2415	278
60T	60			Φ 2280× 2575	300
70T	70	100	4" /7.5HP	Φ 2650× 2670	410
80T	80			Φ 2650× 2670	425
100T	100			Φ 3195× 2930	580
125T	125	125	5" /10HP	Φ 3195× 2930	590

ANEXO N°3: DATOS TÉCNICOS DE LA BLOQUETERA DE EXPASION



ANEXO N°4: BANCO DE CONDENSADORES PRESUPUESTO

CRAZY electric S.R.L.

36PROFORMA N° 126 - CRA / 18

Surco, 15 de Marzo del 2018

Señores:
NEXOS COMERCIALES S.A.C.
Presente.-

Estimados Señores:
Por medio de la presente les hacemos llegar nuestra propuesta por lo siguiente:

TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICA PARA ADOSAR HERMETICO IMPORTADO MARAC "RITTAL"

Armaríos fabricados en plancha **Fº Gº** de 1.5 mm. de espesor, con placa de montaje ideal para fijar aisladores, barras, interruptores e instrumentos de protección, lo cual permite un mejor mantenimiento del tablero frente muerto para proteger las partes energizadas.

Acabado con Pintura en polvo Poliéster (100%) Color Blanco Humo RAL 7035 aplicada electrostáticamente; logrando mejor acabado con revestimiento Extra resistente al ataque mecánico y a la corrosión.

En la puerta frontal del tablero llevara una puerta fabricada en plancha de **Fº Gº** de 2 mm de espesor, contra impacto mecánico de cualquier objeto extraño, Acabado en pintura Poliéster.

Características Técnicas:

Tensión de Servicio : 220, 3 Ø VAC
Frecuencia : 60 Hz
Grado Protección : IP 66

TABLERO " T-BC "

Conformado por:

- 01 Interruptor Termomagnético 3 x 100 A. (70 - 100 A) 25KA/380V, Modelo CVS100B, Marca Schneider Electric.
 - 05 Interruptor Termomagnético 3 x 25 A. 10kA/380V, Modelo iCGON, Marca Schneider Electric.
 - 02 Interruptor Termomagnético 2 x 2 A. 50kA/220V, Modelo iCGON, Marca Schneider Electric.
 - 01 Regulador de energía reactiva 06 pasos - Varplus Logic, Marca Schneider Electric.
 - 05 Contactores de 7 KVAR - 240V. (13 - 400 / 440V.) (21 Kvar - 660/690 V.) Marca Schneider Electric.
 - 05 Condensadores Varplus Can Hduty de 4.6 KVAR- 230V, Marca Schneider Electric.
 - 02 Ventilador de 350 m3/hr.- 230V, 60 Hz.
 - 01 Transformador de corriente de 400/5 A, Marca Schneider Electric.
- Fusibles de control, Marca Schneider Electric.
Borneras, Marca Schneider Electric.

PRECIO TOTAL: S/ 10,643.00 + I.G.V.

CONDICIONES COMERCIALES :

Valor Venta Parcial : S/ 10,643.00 + I.G.V.
Descuento Especial : S/ 957.87
Valor Venta Total : S/ 9,685.13 + I.G.V.
Condiciones de Pago : 50% Adelanto Con Orden Compra, Saldo Contra Entrega.
Tiempo de Entrega : 10 Días, Previa Aceptación Plano Mecánico
Lugar de Entrega : En Obra
Garantía : 01 Año



Descripción

Luminaria diseñada para ser usada en ambientes interiores para adosar o suspender, de uso industrial, que puede ser usada con lámpara ovoide de halogenuros metálicos o sodio de alta presión de 250W ó 400W

Caja porta-equipo en plancha de aluminio mate anodizado con acabado en pintura en polvo de aplicación electrostática en color blanco.

Campana reflectora de acrílico (PMMA) de 22" de diámetro. Tiene un sistema de montaje universal.

Equipo eléctrico ubicado en la parte interna de la carcasa para protegerlo del polvo y suciedad.

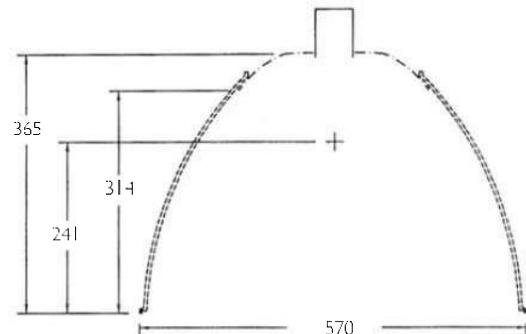
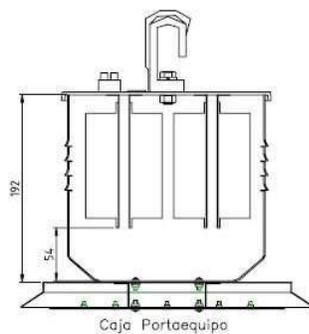
Cables de 0.5mm² resistentes a 105°C de temperatura de trabajo, debidamente fijados a la carcasa y prensacables para asegurar la alimentación principal.

Se adecúa para instalaciones que van desde los 6m a 10m.

Clase I: conexión a tierra necesaria.



Dimensiones



Aplicaciones

- Tiendas comerciales
- Hangares
- Supermercados
- Almacenes
- Areas industriales



ANEXO N°5: LUMINARIAS -IG- BAY



-IG- BAY LED SERIE UFO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tecnología LED:	75,000 h de vida útil
Voltaje de Entrada:	100 - 240 / 277 VAC ± 10% 50/60 Hz
Potencia:	60W/100W/150W/200W
Flujo luminoso:	7,200/12,500/18,300/24,000 Lm
Eficiencia Luminosa:	120 lm/w
CRI:	Ra > 80
Color (T):	3000K/4000K/5000K/5700K
Temperatura de Trabajo:	-35°C - 45°C
Protección:	IP 65 IK 10
Ángulo de Apertura:	110°

ANEXO N°6: SUB ESTACIÓN EN MEDIA TESIÓN PRESUPUESTO



COT. N° 3564 - 018 / CDA 290685

Atenc. Ing. Martin Galarreta
NEXOS COMERCIALES

TELEFONO: +51 979 718 477

DIRECCIÓN : CRUCE AV. GERARDO UNGER / AV. TRAPICHE,
MZ. A , LT 16 URB. LOS CLAVELES DE PRO SMP - LIMA - LIMA

TELEFONOS 015374452
ENTEL 951411957
RPM 951411435
RPC 989464581

Lima, 29 de Marzo del 2018

<https://www.cda-ingenieros.com>
<https://www.facebook.com/cdaing>

De acuerdo a su solicitud presentamos nuestra mejor oferta tecnico economica:

Item	Descripción	Cant.	Und	Sub. Total USD	Valor Total USD
1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA SUBTERRANEA NA2XSY	1	glb	3,285.00	3,285.00
	- Cable NA2XSY de 50 mm ² - 18 / 30 KV // MARCA INDECO (45 metros lineales)	135	m		
	- TERMINACION USO INT. Tipo corto, P/CAB. NA2XSY 25KV 3-1X50MM2, Raychem	1	kit		
	- TERMINACION USO INT. Tipo exterior, P/CAB. NA2XSY 25KV 3-1X50MM2, Raychem	1	kit		
	- Terminales tipo compresión de (50-120) mm ²	2	kit		
	- Bandeja portacable y soportería.	1	glb		
	- Abrazaderas de FeGa para cable M.T	9	und		
	- Soportería de madera para cable de llegada a trafo de 4"x2" x 0.90 metro	3	und		
	- Ferrería en general	1	glb		
	NOTA:				
	• EL cable sera instalado en la bandeja portacable tipo escalerilla existente, no se ha considerado cableado ni canalización en la parte externa al predío, esto se definira con la factibilidad y punto de diseño emitido por Luz del Sur.				
2	SUBESTACION ELÉCTRICA COMPACTA DE 200 KVA, 24KV				10,900.00
2.1	CELDA DE LLEGADA Y PROTECCIÓN EN 24 KV	1	glb	5,300.00	5,300.00
	- La celda será construida con una estructura angular de 2" x 2" x 3/16" con cubierta lateral en planchas LAF de 2 mm, cubierta intermedia en plancha de 2 mm; puerta frontal abisagrada en plancha de 2 mm, con techo plano ó inclinado, con cubierta posterior de acuerdo al requerimiento del cliente, sistema de pintura anticorrosiva epóxica acabado color RAL 7032 espesor final 100-125 micras, con dimensiones aproximadas. ANCHO: 1100 mm ALTO: 2500 mm PROFUNDIDAD: 1600mm	1	pza		
	- Características:				
	- Seccionador tripolar de potencia, accionamiento bajo carga con portafusibles de 400 A - 24KV, 31KA con apertura automática por fusión de cualquier fusible apagado por soplo de aire, marca FELMEC - modelo SPAI-BL. (accionamineto con palanca de maniobra montaje lateral).	1	pza		
	- Seccionador tripolar de Linea a tierra, accionamiento sin carga de 400 A - 24 KV con apertura con palanca de maniobra, Marca FELMEC.	1	pza		
	- Aislador porta barra en Resina epoxica ó de porcelana (FARCOTEC). 24 KV.	3	pza		
	- Barra de interconexion con el transformador de cobre 5 x 40 mm	1	glb		
	- Fusible tipo CEF de 20A - 12 KV - 50 KA - e=422 mm, marca ETI o BUSSMAN.	3	pza		
	- Malla cocada de 1" de protección a contactos directos.	1	glb		
	- Barra de sistema de puesta a tierra de 3x30mm y cable de 35mm ² amarillo.	1	glb		
	- Ferrería	1	glb		
	- Armado	1	glb		
2.2	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA FALLAS HOMOPOLARES	1	glb	2,500.00	2,500.00
	- RELE DE PROTECCI.50-51-50/51N/G C/INT.485 24-250VDC/VAC, marca Thytronic.	1	pza		
	- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TOROIDAL 50/5/1A, marca CEA.	1	pza		
	- SISTEMA AUTONOMO DE ENERGIA CON BATERIAS 24VDC	1	pza		
2.3	CELDA DE TRANSFORMACIÓN 200 KVA // 200 KV	1	glb	3,100.00	3,100.00
	- La celda será construida con una estructura angular de 2" x 2" x 3/16" con cubierta lateral en planchas LAF de 2 mm, cubierta intermedia en plancha de 1.5 mm; puerta frontal abisagrada en plancha de 2 mm, con techo inclinado en plancha de 2mm y cubierta posterior, con malla de proteccion anti contacto directos, sistema de pintura anticorrosiva epóxica acabado color RAL 7032 espesor final 100-125 micras con dimensiones aproximadas. ANCHO: 1500 mm ALTO: 2500 mm PROFUNDIDAD: 1600 mm	1	pza		
	- Barra de sistema de puesta a tierra de 3x30mm y cable amarillo de 35mm ²	1	glb		
	- Aislador porta barra en Resina epoxica ó de porcelana (FARCOTEC). 24 KV.	6	pza		
	- Barra de interconexion con el transformador de cobre 5 x 40 mm	1	glb		
	- Malla cocada de 1" de protección a contactos directos	1	glb		
	SISTEMA DE MEDICION Y PROTECCION POR TEMPERATURA DEL TRANSFORMADOR.	1	glb		
	- Controlador del sistema de medicion mediante Centralina de control de visualización. / standard T154, con salida para tres señales de protección con posibilidades de alarma luminosa o sonora, activacion de ventiladores y/o extractores y apertura del sistema de protección.				
	- Ventiladores.	2	und		
	- Extractores.	2	und		

Item	Descripción	Cant.	Und	Sub. Total USD	Valor Total USD
3	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO DE 200 KVA - 10-22.9 / 0.23 KV	1	pza	11,490.00	11,490.00
	Transformador de distribución trifásico fabricado con núcleo de hierro silicoso de grano orientado laminado en frío y arrollamiento de alta conductividad, tipo seco, encapsulado en resina con las siguientes características:				
	- Procedencia				Perú
	- Marca				CDA Ingenieros del Perú
	- Tipo				T3DR
	- Potencia				200 KVA
	- Relación de transformación: Vacío				10-22.9 / 0.23 KV
	- Regulación en el lado de 10KV				±2 x 3,3%
	- Regulación en el lado de 22,9KV				±2 x 2,5%
	- Grupo de conexión				Dyn5-YNyn6
	- Número de fases				3
	- Número de aisladores (MT / BT)				4 / 4
	- Refrigeración				AN
	- Frecuencia				60 Hz
	- Altura de instalación				1000msnm
	- Nivel de aislamiento primario (Interno)				24 / 50 / 125 KV
	- Nivel de aislamiento secundario				1,1 / 3,0 KV
	- Montaje				Interior
	- Uso				Distribución
	- Servicio				Continuo
	- Factor K (ANSI/IEEE 57.110)				1
	- Peso				1100 Kg
	- Clase de Enfriamiento				AN
	- Clase de Aislamiento				" F " (155 °C)
	- Tcc				6%
	- Climatic, environmental and fire behaviour classes				E2 - C2 - F1
	- Bobinas A.T / B.T				Aluminio / Aluminio
	- Norma de fabricación				
	- N.T.P. 370.002				:Para Diseño, fabricación y prueba
	- IEC Publicación 60076-11				:Para Diseño Fabricación y pruebas
	- IEC Publicación 60076-7				:Para las capacidades de sobrecarga
	- IEC Publicación 60296				:Para aceites aislantes
	- ACCESORIOS				
	- Placa de características				
	- Conmutador manual en vacío para 5 posiciones, cambio sin tensión.				
	- Dos pernos para conexión de puesta a tierra.				
	- 4 Ruedas Bidireccionales.				
	- Cancamos de izamiento para levantar al transformador completo.				
	- Sensores de Temperatura PT 100 en las tres bobinas.				
	- Pruebas de Rutina en fabrica.				
	* Prueba de Tension Inducida				
	* Prueba de tension aplicada				
	* Polaridad				
	* Prueba de relacion de transformacion				
	* Medicion de la resistencia electrica de los arrollamientos				
	* Medicion de las perdidas en vacio				
	* Medicion de las perdidas bajo carga				
4	POZOS DE PUESTA A TIERRA (03 POZOS) (MT/ NEUTRO/ BT: R≤15Ω)	3	und	450.00	1,350.00
	- Electrodo de cobre electrolítico 99.9% de 5/8" x 2.40m	3	und		
	- Conector tipo AB	3	und		
	- Caja de registro de 25x25 Cm con tapa de plancha de fierro de 3/8" de espesor.	3	und		
	- Tierra de cultivo.	1	glb		
	- Bentonita	6	und		
	- Sal industrial.	6	und		
	- Conductor de 35mm2 de cobre amarillo.	35	m		
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO.	1	glb	4,500.00	4,500.00
	- Montaje electromecanico de Subestacion	1	und		
	- Transformador de 200KVA.	1	und		
	- Terminación termocontraibles de 50mm2, 24 KV	4	juegos		
	- Instal.de los cables de M.T // en la subestación	1	glb		
	- Ejecucion de los pozos de puesta a tierra de la S.E	3	und		
	- Supervisor de Obra, Ing. Residente colegiado.	1	glb		
	- Pruebas Eléctricas de Aislamiento del sistema hasta 5KV, emision de protocolos e informe, Resistencia de los PAT - PRUEBAS DE CAMPO.	1	glb		
	- Elaboración de Replanteo del Proyecto.				
	- Gestión para solicitar el inicio de Obra.				
	- Gestión para solicitar la puesta en servicio.				
	- Gestión para solicitar permisos municipales.				
	- Presentación de documentos ante la concesionaria (Replanteo del Proy).				
	- NOTA:				
	* Todo tipo de pago a la Municipalidad y al concesionario LUZ DEL SUR estará a cargo del cliente.				

Item	Descripcion	Cant.	Und	Sub. Total USD	Valor Total USD
6	BASE ESTRUCTURAL PARA MONTAJE DE SUBESTACION COMPACTA	1	glb	2,300.00	2,300.00
	Bancada estructural de Fe de dimensiones:	1	glb		
	Frente: 2600 mm	1	glb		
	Prof: 1700 mm	1	glb		
	Altura: 400 mm	1	glb		
7	MOVILIZACION Y TRANSPORTE EN GENERAL.	1	glb	1,500.00	1,500.00
-	Movilización y Desmovilización de equipos y herramientas	1	glb		
-	Traslado de Materiales y suministro a obra	1	glb		
8	EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA	1	glb	1,000.00	1,000.00
-	Luz de emergencia tipo conejo	1	und		
-	Banco de maniobra de M.T	1	und		
-	Guantes dielectricos de M.T. de 25 kV	1	par		
-	Revelador de tensión.	1	und		
-	Casco de protección c/ careta.	1	und		
9	PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN	1	glb	1,500.00	1,500.00
-	Elaboracion de planos de detalle				
*	Ubicación y recorrido de cable de M.T				
*	Montaje Electromecanico				
-	Elaboracion de memoria descriptiva, especificaciones tecnica y montaje, etc.				
-	Presentacion de 1 expediente a LUZ DEL SUR (1era rev.).				
-	Presentacion de 4 expediente a LUZ DEL SUR (aprobación).				
-	Seguimiento hasta la aprobación				
-	Entrega de proyecto aprobado al cliente (1 juego impreso + archivo digital)				
-	Gestion para factibilidad, PMI y presupuesto en MT.				
-	Visita de campo para elaboración de proyecto.				
-	Tramites documentarios para solicitar permiso a la municipalidad.				

CUADRO RESUMEN DE TOTALES

Item	DESCRIPCION	SUB-TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA SUBTERRANEA NA2XSY	3,285.00
2	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COMPACTA DE 200 KVA, 24KV	10,900.00
3	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO DE 200 KVA - 10-22.9 / 0.23 KV	11,490.00
4	POZOS DE PUESTA A TIERRA (03 POZOS) (MT/ NEUTRO/ BT: R≤15Ω)	1,350.00
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO.	4,500.00
6	BASE ESTRUCTURAL PARA MONTAJE DE SUBESTACION COMPACTA	2,300.00
7	MOVILIZACION Y TRANSPORTE EN GENERAL.	1,500.00
8	EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA	1,000.00
9	PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN	1,500.00
SUB TOTAL POR LOS 9 ITEMS EN USD		37,825.00
TOTAL POR EL ITEMS EN USD		37,825.00
18% POR EL IGV EN USD		6,808.50
TOTAL EN SOLES USD		44,633.50