



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN  
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA**

**Tesis Monográfico para optar al Título de  
Ingeniero Eléctrico**

**Título**

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave  
industrial del Parque Logístico Las Condes”**

..

**Autores**

Br. Antony Milton Vanegas Martínez 2004-21221

Br. Jimmy Alonso Aranda Mayorga 2009-29828

Br. Einner Gonzalo Rosalez Blandon 2011-37144

**Tutor**

Msc. Jhader Exequiel Zuniga Guillen

**Managua, junio del 2023**

# “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

## Índice

Índice.....	2
Índice de tablas .....	4
Índice de figuras .....	5
Introducción.....	6
Antecedentes .....	8
Justificación.....	9
Objetivos .....	10
Objetivo general .....	10
Objetivos específicos .....	10
Marco teórico.....	11
Metodología para realizar un diagnóstico energético .....	12
Trabajos previos de gabinete .....	12
Recopilación de información en la instalación.....	13
Métodos de medición. ....	14
Analizadores de redes eléctricas.....	14
Luxómetros.....	15
Condiciones de los conductores eléctricos.....	16
Deteriorando el aislamiento.....	16
Amperaje por calibre eléctrico .....	16
Descripción de la capacidad de los conductos de acuerdo al calibre y condiciones de operación.....	17
Evaluación del estado energético.....	17
Determinación del potencial de ahorro de energía.....	18
Diseño metodológico.....	19
Técnicas de recopilación de datos .....	19

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

Fuentes primarias.....	19
Recopilación de información en la instalación.....	19
Métodos de medición. ....	20
Instrumentos de medición .....	20
Las mediciones se realizan con ayuda de los siguientes equipos.....	21
Análisis y presentación de resultados .....	21
Estado actual del sistema de consumo eléctrico.....	21
Inventario de equipos consumidores de energía.....	23
Equipos eléctricos conectados en 110 y 220V .....	23
Equipos conectados en 440V.....	25
Consumo de energía de los equipos conectados al generador, 440V .....	27
Consumo de energía de los equipos conectados al Transformador, 110 y 220V .	29
Distribución total del consumo energético por equipos. ....	30
Análisis de motores .....	31
Sistema de iluminación .....	32
Mediciones de niveles de iluminación. ....	32
Condiciones del Sistema eléctrico.....	33
Tableros de distribución .....	34
Espacios disponibles para la operación y mantenimiento de la instalación y de los equipos.....	34
Las aberturas no utilizadas de las cajas.....	37
Tableros de distribución con partes energizadas peligrosas .....	39
Tableros de distribución deben estar puestos sólidamente a tierra.....	40
Conexión de conductores en el tablero de distribución .....	41
Código de colores de los conductores .....	41

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

Tableros etiquetados.....	42
Tomacorrientes diagnosticados.....	42
Mejoras sistema de iluminación .....	45
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	49
Bibliografía .....	50
Anexos .....	51

### Índice de tablas

Tabla 1. Comparación del generador actual con el calculado .....	28
Tabla 2. Potencia consumida .....	30
Tabla 3. Análisis factor de potencia.....	31
Tabla 4. Análisis de los niveles de iluminación de puestos de trabajo .....	32
Tabla 5. Consumo actual de energía en Iluminación .....	45
Tabla 6. Comparativos costos Iluminación LED .....	46
Tabla 7. Formato estado de los equipos instalados .....	51
Tabla 8. Formato para levantamiento de datos de luminarias.....	51
Tabla 9. Formato levantamiento de datos de climatización.....	51

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico  
Las Condes”**

**Índice de figuras**

Figura 1: Porcentaje de consumo.....	23
Figura 2: Potencia consumida en KW .....	24
Figura 3: Consumo 440 voltios.....	25
Figura 4: Potencia consumida 440 voltios.....	26
Figura 5: Distribución consumo de carga .....	26
Figura 6: Potencia consumida 440 voltios.....	27
Figura 7: Porcentaje de consumo 112 y 220 voltios.....	29
Figura 8: Potencia consumida en KW .....	30
Figura 9: Tablero de distribución cuarto frio 1 .....	35
Figura10: Tablero de distribución cuarto frio número 2 .....	35
Figura 11: Tablero de distribución cuarto frio 3 .....	36
Figura 12: Tablero de distribución cuarto frio 4 .....	36
Figura 13: Aberturas tablero de distribución numero 1.....	37
Figura 14: Abertura tablero de distribución numero 2 .....	38
Figura 15: Abertura tablero de distribución numero 3 .....	38
Figura 16: Abertura tablero de distribución numero 4 .....	39
Figura 17: Tomacorriente recalentado y sin tapa .....	43
Figura 18: Tomacorriente sin terminales en caja de conexión .....	44
Figura 19: Tomacorriente sin tapa de protección .....	44
Figura 20: Comparacion de consumo de energia.....	45
Figura 21: Compresor utilizado en la planta .....	52
Figura 22: Generador usada en la planta.....	52
Figura 23: Compresor 2 usado en la planta .....	53
Figura 24: Sistema de extracción usado en la planta.....	53

# **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

## **Introducción**

Nave industrial del Parque Logístico Las Condes se encuentra Ubicado Carretera Nueva a León, km 22, contiguo al cedi de Walmart. Municipio de Mateare, Managua, posee espacios geográficos en los que se Concentran diferentes plataformas logísticas de empresas en un determinado lugar, con el fin de ofrecerle tanto a empresas como sus empleados, servicios especializados; lo cual implica además de tener un lugar donde recibirla, poder almacenarla y distribuirla;

La empresa PALI de Nicaragua es una de las empresas que actualmente está asociada y utiliza los servicios que ofrece el Parque Logístico Las Condes; ya que además de aprovechar varias operaciones de valor agregado como el etiquetado, ensamble o empaquetado, le brinda servicios especializado de refrigeración el cual nos referiremos en la presente tesis.

Nave industrial del Parque Logístico Las Condes continuamente presenta problemas energéticos y los costos de facturación son elevados, ya que ellos realizaron el sistema eléctrico, según los requerimientos iniciales de la empresa la cual fue en el año 2000 cuando atendían un 50% de las actuales empresas asociadas, pero en la actualidad está asociada con PALI, el cual demanda grandes cantidades de energía un gran porcentaje de la energía es destinada a refrigeración para conservar los productos frescos.

Actualmente la nave industrial se ha ampliado para poder ofrecer a sus socios espacios requeridos esto trae como consecuencia la instalación de nuevos equipamientos, los cuales demandan diferentes tipos de potencia y voltajes. Los equipos son abastecidos por una línea comercial alimentados por un banco de transformadores trifásico de 225 KWA que abastece el 60% de la capacidad instalada lo que conlleva a cortes en la producción por falta de disponibilidad de energía.

La presente tesis propone una alternativa para el mejoramiento energético del sistema eléctrico de la nave industrial de almacenamiento de productos alimenticios y refrigeración PALI, esta fase del análisis comprendió un levantamiento detallado de la información técnica y censo de carga, para determinar el estado preciso en el que se encuentran las instalaciones eléctricas,

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

las condiciones a las que se encuentra expuestas las instalaciones, máquinas y equipos eléctricos. Además, se realizó un plan de mejoramiento energético, que contribuya al cumplimiento de las diferentes normas<sup>1</sup> que deben cumplir las instalaciones para este tipo de industria.

---

<sup>1</sup> Ley 618 (Ley general de higiene y seguridad del trabajo) y Norma CIEN (Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua)

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Antecedentes**

mediante la investigación y consulta se encontró el trabajo monográfico titulado Balance De Carga y Propuesta De Mejora En El uso Eficiente De La Energía En El Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar ( RUSB) De La Universidad Nacional De Ingeniería (UNI) En El Año 2014-2015; presentado en septiembre de 2015, por Allan Alberto Ruiz Baltodano, Lewis Antonio Morales Corea, Idania Elizabeth Cortez López . Ante la comisión de revisión y aprobación de trabajos de diploma en la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería, como requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico.

El objetivo de este fue, determinar el balance de carga energético de ambos recintos, en el cual se recogió la información necesaria, para detectar la demanda, encontrar fallas en la distribución de energía, para posteriormente plantear propuestas de mejoras a los problemas encontrados. La metodología empleada es concebida como una investigación de campo de tipo descriptiva. Mediante la recolección de datos se detectaron fallas de distribución de carga en los bancos de transformadores; los cuales algunos estaban sobredimensionados y otros excedían la carga a la cual habían sido diseñados, por lo cual en el trabajo se propusieron recomendaciones que aumentaran la seguridad de los equipos y personas. Entre las recomendaciones encontramos la redistribución de la carga y reducción de los bancos de transformadores sobredimensionados.

Esta investigación ayudo a descubrir que la alimentación eléctrica del Taller no es independiente del consumo del recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y este se alimenta del banco de transformadores de 225 KVA trifásico que se encuentra en el costado Este del recinto, exactamente por los laboratorios de Biomasa.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Justificación**

La Nave industrial del Parque Logístico Las Condes para el garantizar un servicio eficiente a sus socios cuenta con equipos que demandan diferentes tipos de potencia y voltajes; Los equipos son abastecidos por una línea comercial alimentados por un banco de transformadores trifásico de 225 KVA que abastece el 60% de la capacidad instalada lo que conlleva a cortes en la producción por falta de disponibilidad de energía generando inconvenientes en la calidad del servicio; ya que no pueden abastecer toda la nave de manera continua.

Por otra parte, la empresa para poder satisfacer la demanda actual ha realizado ampliaciones e instalado equipos de mayor potencia debido a esto, el sistema eléctrico presenta problemas continuos con calentamientos de conductores eléctricos y con el suministro de energía, ya que el sistema eléctrico se instaló según los requerimientos iniciales en el año 2000 sin proyección de demanda futura.

Cabe mencionar que el ministerio del trabajo ha visitado continuamente las instalaciones y ha realizado llamados de atención basándose en la ley 618 solicitando garanticen un espacio de trabajo seguro; por lo cual solicito realizar los cambios requeridos en las instalaciones eléctricas para que cumplan con la normativa CIEN.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

- ✓ Realizar propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes.

#### **Objetivos específicos**

- ✓ Realizar diagnóstico energético a las Instalaciones del sistema eléctrico de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes.
- ✓ Elaborará propuesta energética de acuerdo al diagnóstico, de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes, que cumpla con las Normas CIEN y reglamentos del MITRAB.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Marco teórico**

Eficiencia energética<sup>2</sup>, La eficiencia energética se puede definir como la optimización de los consumos energéticos de una instalación, de tal manera que para realizar una misma operación se reduzca el consumo energético sin disminuir la calidad del servicio Prestado.

El objetivo de la Eficiencia Energética es relacionar los consumos de energía, tanto primaria como secundaria, con la situación actual de la empresa o rendimiento de la producción, conocer DÓNDE, CÓMO y PARA QUÉ se utiliza la energía en cada empresa, y poder actuar para la optimización de la relación productividad-consumo energético y proponer mejoras en los aspectos en los que no se esté realizando una correcta gestión energética.

La eficiencia energética es la reducción del consumo de energía eléctrica utilizada, pero conservando la calidad, acceso a los bienes y servicios; no debe ser confundida con el ahorro de energía eléctrica, el ahorro de energía eléctrica significa consumir menos energía eléctrica, eliminando la realización de ciertas actividades o disminuir su frecuencia y está asociado a momentos de racionamientos de energía eléctrica, lo cual puede identificarse partiendo de la realización de un censo de carga eléctrica instalada, en donde se realiza un inventario y se especifica las características técnicas de los equipos eléctricos como la potencia eléctrica y tiempo de uso con lo cual podemos calcular el consumo de energía eléctrica en el tiempo (kWh), parámetro eléctrico utilizado.

---

<sup>2</sup> Edinn.2010.Análisis de Eficiencia Energética.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Metodología para realizar un diagnóstico energético<sup>3</sup>**

La metodología de un diagnóstico energético no es una receta definida, sin embargo, los puntos estratégicos para determinar los potenciales de ahorro de energía pueden ser los siguientes.

- I. Trabajos previos de gabinete.
- II. Recopilación de la información de la instalación.
- III. Evaluación del estado energético actual de la instalación.
- IV. Determinación del potencial de ahorro de energía.
- V. Análisis de factibilidad técnica para la realización de las propuestas de ahorro de energía.
- VI. Evaluación económica.
- VII. Selección de las medidas ahorradoras a implementar.
- VIII. Aplicación de acciones correctivas.

### **Trabajos previos de gabinete**

En este primer punto de la metodología se realiza principalmente la elaboración de la estrategia de trabajo. En virtud del tipo de instalación a diagnosticar, se recopila la información energética que caracteriza al usuario. Adicionalmente se hace la recopilación del entorno en el que se elabora el diagnóstico. Se obtienen los costos de las tarifas eléctricas y de los demás energéticos empleados, así como los criterios de aprobación de proyectos de la dirección de la empresa.

Se desarrollará una estrategia para analizar los siguientes equipos: Compresores, Transformadores, Motores eléctricos, Sistemas de iluminación, Aire acondicionado, Procesos, Etc.

Ya conocidos los procesos y equipos, se identificarán las principales variables energéticas a medir en la empresa. Se determinarán los balances de materia y

---

<sup>3</sup> FIDE,CNEE.2010.Diagnosticos Energéticos

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Recopilación de información en la instalación.**

Esta es la etapa más importante del trabajo puesto que el éxito del proyecto tendrá como primer antecedente el desarrollo de una ingeniería de campo confiable, que cualifique y cuantifique la distribución de la energía en la instalación.

Durante el desarrollo de esta etapa se recopilará la información histórica por empresa y equipos, tal como, consumos de energía eléctrica, combustibles y agua. Así como de la producción global y por departamentos y tipos de productos. Además, se realizarán las mediciones que sean necesarias para la evaluación de los balances de energía en unidades de proceso, sistemas y equipos. Se hará acopio de planos, listados, estadísticas etc., con que cuente la empresa, tales como:

Diagramas unifilares;

Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado;

Diagramas de procesos;

Listado de los principales equipos;

Estadísticas de la producción

Costumbres de operación de la instalación, área, proceso, equipo

Para cada sistema o proceso se recopilarán la cantidad de energéticos internos y externos consumidos por unidad de carga procesada energía eléctrica y otros.

Los levantamientos se realizan de las principales variables energéticas en procesos, sistemas y equipos, tales como:

Kw, kWh, Corriente eléctrica, Voltaje, Factor de potencia, Temperatura, Humedad.

Con las cuales se podrá evaluar la operación actual de los equipos y procesos involucrados en la empresa.

El diagnóstico energético; se contempla realizarlo desde la generación de energía eléctrica hasta los centros de consumo. Se evaluarán los equipos y procesos involucrados, a partir de los transformadores, los tableros, hasta llegar al usuario final, pasando por la transmisión.

Esta evaluación permitirá deducir los desperdicios de energía y uso ineficiente, tal como costumbres de operación o desconocimiento de una operación adecuada, equipos viejos, obsoletos y tecnología reemplazable.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Métodos de medición.**

Toda medición eléctrica se realiza considerando los riesgos potenciales a la seguridad personal. Recuerde siempre considerar el riesgo al que se está expuesto de la siguiente manera.

1. Evalué el riesgo.
2. Analice el riesgo.
3. Actúe seguro.

Utilice siempre los aparatos de medición adecuados y el EEP (Equipo de Protección Personal) para la realización de mediciones eléctricas.

Según la ley 618 en su Arto. 152 establece que, al realizar trabajos en equipos o circuitos eléctricos, el empleador debe suministrar las siguientes herramientas y equipos de trabajo, entre otros:

- a) Verificadores (detectores) de ausencia de tensión.
- b) Pértigas de expoxiglas (fibra de vidrio).
- c) Alfombras aislantes, plataformas aislantes.
- d) Mangueras protectoras.
- e) Escaleras portátiles de fibra de vidrio o madera.

### **Analizadores de redes eléctricas**

Estos instrumentos de medición de redes eléctricas son programables, los cuales miden los siguientes parámetros:

- Corriente por fase: I1, I2, I3 y se calcula la corriente trifásica 1-2-3
- Voltaje entre fases: V1-2, V1-3, V2-3 y se calcula el voltaje trifásico V1-2-3
- Factor de potencia trifásico (F.P. trifásico)
- Aportación de corrientes armónicas
- Potencia Eléctrica Activa Total o trifásica (kW totales).
- Potencia Eléctrica Reactiva Total o trifásica (kVAR).

Además, registran en memoria (y/o impresora) estos parámetros en sistemas monofásicos y/o trifásicos. La programación puede realizarse para que las mediciones se realicen cada minuto, 5 minutos, 15 minutos durante un periodo de 24 horas, 48 horas, 72 horas, etc., e inclusive algunos de estos equipos pueden

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

registrar cada 125 milisegundos esto puede de gran utilidad para determinar el comportamiento en el arranque de algún equipo en particular.

Los analizadores de redes son una herramienta de medición muy importante para el análisis de la energía eléctrica, tal como en los siguientes puntos:

Analizar cómo es usada la energía y el costo que esta representa

Análisis de la demanda máxima

Análisis de la calidad de la energía

Análisis de armónicos

Problemas de distribución y equipos eléctricos

Índice de carga de transformadores

Análisis de motores eléctricos

### **Luxómetros**

Es un instrumento que se utiliza para medir la iluminación o nivel de iluminación (lux). Los datos obtenidos se comparan con los niveles recomendados en la ley 618. Esta ley establece un valor de iluminación media para cada tarea, por debajo del cual no se puede caer el nivel de iluminación, independientemente de la antigüedad y el estado de la instalación

El Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua establece en su Arto. 120-17, que todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos, paneles de distribución, tableros o centros de control de motores instalados en interiores deberán estar adecuadamente iluminado y el espacio de trabajo alrededor del equipo de servicio, los paneles de distribución, control o centros de control de motores deberán tener una altura mínima de 2 metros.

Un ambiente bien iluminado permite realizar el trabajo sin defectos, con comodidad y seguridad. Dentro de las actividades que realiza el hombre a lo largo de su vida, una de las que ocupa la mayor parte de ella, no sólo en el tiempo sino también en el espacio, es el trabajo. En este sentido la actividad laboral, para que pueda desarrollarse de una forma eficaz, precisa que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, tiene como origen primario la luz.

Un tratamiento adecuado del ambiente visual permite incidir en los aspectos de: Seguridad, confort y productividad. La integración de estos aspectos comportará un trabajo seguro, cómodo y eficaz. Muchas son las causas que pueden intervenir en la ocurrencia de lesiones oculares o fatiga visual, entre otras: máquinas y herramientas defectuosas o inseguras, radiaciones, sustancias químicas, iluminación inadecuada, deficiencias en la educación, motivación y concientización de los trabajadores en aspectos de salud y seguridad.

### **Condiciones de los conductores eléctricos**

Las instalaciones eléctricas donde los principales factores que se deben considerar en una instalación eléctrica son el calibre del conductor, tensión y protección. A continuación, se presenta un esquema básico de los conductores eléctricos:

#### **Deteriorando el aislamiento**

- La caída de tensión en la línea será mayor a la permitida, lo cual puede afectar la operación en el punto de carga y dañar los equipos
- Si no se protege el aislamiento el aislamiento sufrirá deterioro por alta temperatura, aumentando el riesgo de fugas de corriente y cortocircuitos.
- Disminuirá la vida útil del conductor.

#### **Amperaje por calibre eléctrico**

Se debe tener una referencia en capacidad de amperios por línea o por calibre a utilizarse para futuras ampliaciones o mejoras eléctricas de cualquier área de trabajo, para ello a continuación se describe la capacidad de los conductos, descubiertos y con protección tanta para conductores de aluminio y cobre.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Descripción de la capacidad de los conductos de acuerdo al calibre y condiciones de operación.**

Uno de los aspectos económico es la optimización de recursos, en el mercado los calibres tienen diferentes alto costos de adquisición y se debe conocer las condiciones de operación o la capacidad instalada en la distribución eléctrica, en el momento de adquisición, se debe seleccionar de acuerdo a las necesidades de operación con un margen de carga como máximo el 80%.

Las instalaciones eléctricas desde el banco de transformador hasta las cajas de circuito central no deben ser subterráneas pues no es permitido por la norma NFPA4 que indica que una instalación se debe de realizar en aéreas que permitan el fácil control de puntos dañados en el conductor, permitiendo así reparar con mayor rapidez y eficiencia, ya que una instalación subterráneas permitirá que los conductos a pasar de mucho año se dañen y que se tenga perdida de energía en tierra y esto ocasione incremento en el costo de la facturación.

### **Evaluación del estado energético**

Con la información obtenida de las etapas I y II, y los métodos de balance seleccionados en la etapa I se procederá a realizar la evaluación del funcionamiento energético de los sistemas y equipos.

En una primera etapa se analizará el comportamiento histórico del consumo de energía de la empresa y su relación con la producción de la misma. Así se determinarán los índices energéticos actuales de la empresa.

En una segunda fase se hará el diagnóstico de las rutinas de operación y mantenimiento, y su relación con el uso de energía. Serán señaladas todas aquellas acciones en que se observe posibilidad de ahorro de energía.

Dentro de una tercera etapa se realizará el balance de materia y energía por sistema y procesos en la planta o inmueble, con el objetivo de conocer el tipo y cantidad de energía requerida, así como la eficiencia de utilización. Se evaluarán

---

<sup>4</sup> Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Determinación del potencial de ahorro de energía.**

De acuerdo a la tarea realizada en el rubro anterior, quedarán determinados los rubros de pérdidas de mayor contribución a escala energética. Para minimizar el consumo de energía se evaluarán los potenciales de ahorro de energía, primero por la aplicación de medidas administrativas y prácticas operacionales. Segundo por prácticas eficientes y programas de mantenimiento. Se detectarán aquellas actividades que, por ajuste a los sistemas y equipos, tiendan a aprovechar adecuadamente la energía y por la aplicación de alternativas tecnológicas. En este último, se buscará además una optimización energética de los sistemas y procesos, a través de la implantación de sistemas automáticos de control, esto siempre y cuando sea factible desde el punto de vista técnico y económico.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Diseño metodológico**

Se considera descriptivo; ya que se medirán de manera independiente la variable más representativa en la investigación (corriente, voltaje, potencia activa, potencia reactiva) con la mayor precisión posible.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así, y valga la redundancia describir lo que se investiga. (Dankhe, 1986)

### **Técnicas de recopilación de datos**

#### **Fuentes primarias**

La metodología que se utilizara para la elaboración del diagnóstico energético se describe en los siguientes puntos estratégicos para determinar los potenciales de ahorro de energía pueden ser los siguientes.

- I. Trabajos previos de gabinete.
- II. Recopilación de la información de la instalación.
- III. Evaluación del estado energético actual de la instalación.
- IV. Determinación del potencial de ahorro de energía.

#### **Recopilación de información en la instalación.**

Durante el desarrollo de esta etapa se recopilará la información histórica por maquina y equipos, tal como, consumos de energía eléctrica y combustibles. Así como de la producción global y por departamentos y tipos de productos. Además, se realizarán las mediciones que sean necesarias para la evaluación de los balances de energía en unidades de proceso, sistemas y equipos. Se hará acopio de planos, listados, estadísticas etc., conque cuente la empresa, tales como:

- Diagramas unifilares;
- Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado;
- Diagramas de procesos;
- Listado de los principales equipos;

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

- Estadísticas de la producción
- Costumbres de operación de la instalación, área, proceso, equipo

### **Métodos de medición.**

La medición de las diferentes variables (corriente, voltaje, luminosidad, factor de potencia, se realiza considerando los riesgos potenciales a la seguridad personal.

Para la recolección de la información se usarán los formatos los cuales se encuentran detallados en anexos.

Se utilizará equipos de protección personal para la realización de mediciones eléctricas.

Según la ley 618 en su Arto. 152 establece que, al realizar trabajos en equipos o circuitos eléctricos, el empleador debe suministrar las siguientes herramientas y equipos de trabajo, entre otros:

- a) Verificadores (detectores) de ausencia de tensión.
- b) Pértigas de expoxiglas (fibra de vidrio).
- c) Alfombras aislantes, plataformas aislantes.
- d) Mangueras protectoras.
- e) Escaleras portátiles de fibra de vidrio o madera.

### **Instrumentos de medición**

Los instrumentos que se utilizarán para el desarrollo óptimo del análisis de eficiencia energética serán equipos medición los cuales nos darán información acerca de la calidad en el suministro de energía eléctrica, y magnitud de cada uno de los parámetros eléctricos del sistema; los equipos propuestos a utilizar para la realización de este trabajo monográfico.

Cabe señalar que cada equipo de medición utilizada cumple con los parámetros estándar para la medición eléctrica, con los cuales obtendremos información más acertada de los parámetros del sistema eléctrico. En donde se tiene cargas clasificadas en: iluminación, climatización, motores, entre otros.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Las mediciones se realizan con ayuda de los siguientes equipos**

- Analizador de redes eléctricas programable, que mide, calcula y registra en memoria (y/o impresora) los principales parámetros eléctricos en sistemas monofásicos y trifásicos.
- Multímetros y potenciómetros.
- Termómetros.
- Analizador de Redes Eléctricas
- Luxómetros para medir niveles de iluminación.

### **Análisis y presentación de resultados**

Nave industrial del Parque Logístico Las Condes se encuentra Ubicado Carretera Nueva a León, km 22, contiguo al cedi de Walmart. Municipio de Mateare, Managua, posee espacios geográficos en los que se Concentran diferentes plataformas logísticas de empresas en un determinado lugar, con el fin de ofrecerle tanto a empresas como sus empleados, servicios especializados; lo cual implica además de tener un lugar donde recibirla, poder almacenarla y distribuirla;

La empresa PALI de Nicaragua es una de las empresas que actualmente está asociada y utiliza los servicios que ofrece el Parque Logístico Las Condes; ya que además de aprovechar varias operaciones de valor agregado como el etiquetado, ensamble o empaquetado, le brinda servicios especializado de refrigeración el cual nos referiremos en la presente tesis.

### **Estado actual del sistema de consumo eléctrico**

Nave industrial del Parque Logístico Las Condes continuamente presenta problemas energéticos y los costos de facturación son elevados, ya que ellos realizaron el sistema eléctrico, según los requerimientos iniciales de la empresa la cual fue en el año 2000 cuando atendían un 50% de las actuales empresas asociadas, pero en la actualidad está asociada con PALI; el cual demanda grandes cantidades de energía un gran porcentaje de la energía es destinada a refrigeración para conservar los productos frescos.

Actualmente la nave industrial se ha ampliado para poder ofrecer a sus socios espacios requeridos esto trae como consecuencia mayor la instalación de nuevos

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

equipamientos los cuales demandan diferentes tipos de potencia y voltajes. Los equipos son abastecidos por una línea comercial alimentados por un banco de transformadores trifásico de 225 KVA que abastece el 60% de la capacidad instalada lo que conlleva a cortes en la producción por falta de disponibilidad de energía.

El tipo de tarifa que tiene la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes es T-2E general mayor con medición horaria estacional, el cual es una tarifa aplicada para cargas contratadas mayor de 25 kW para uso general, establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc.

En esta tarifa se cobra consumo en verano e invierno punta<sup>5</sup> y fuera de punta, demanda verano e invierno punta.

También tiene un generador eléctrico de 85 kVA que trabaja con Diesel y alimenta a todos los equipos de alto consumo y que trabajan con 440V. El consumo promedio de Diesel es de 368.72 litros mensual.

---

<sup>5</sup> Periodo punta es de 6:00 pm a 10:00 pm y horario fuera de punta es 6:01 am a 5:59 pm

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

### Inventario de equipos consumidores de energía

#### Equipos eléctricos conectados en 110 y 220V

Los equipos conectados al transformador de 225 kVA y que funcionan en 110 y 220V son aproximadamente 60 equipos eléctricos, que se dividen en las diferentes áreas como servicio y administración. En la siguiente figura se muestra la distribución.

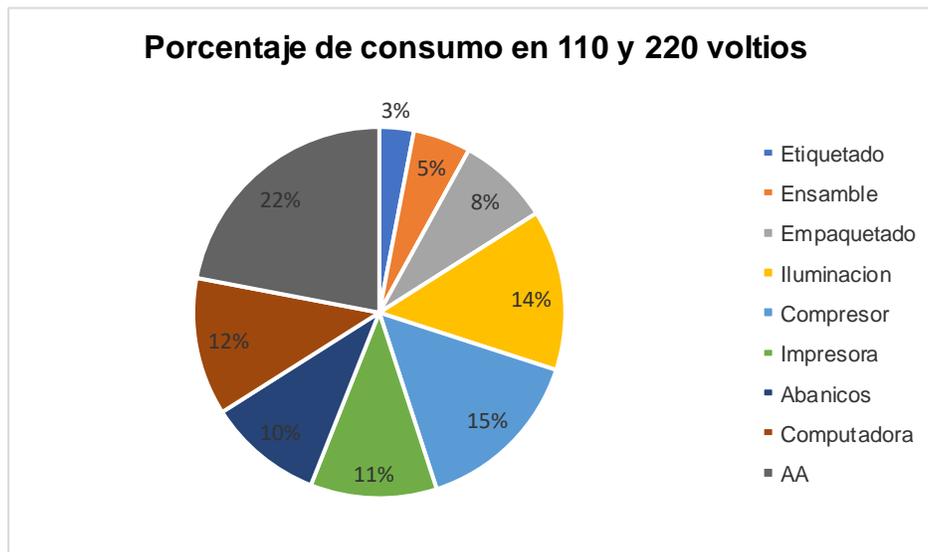


Figura 1: Porcentaje de consumo

Como se muestra en la figura el 3% corresponde al porcentaje de consumo en el área de etiquetado, el 5% corresponde al área de ensamble en esta área se utilizan herramientas de consumo bajo como taladros y lijadoras, 8% corresponde al área de empaquetado de igual manera posee su propio equipamiento se utilizan maquinas paletizadoras y herramientas de consumo menor, el 14% corresponde al uso de iluminación de 110 voltios, 15% corresponde al uso de equipos que funcionan con neumática, además se tomaron en cuenta el equipamiento utilizado en la limpieza del local, 11% del consumo total es equivalente al uso de equipos de impresión y facturación tanto como entradas y salidas de cada una de las bodegas , 10% del consumo es utilizado por abanicos que normalmente se utilizan

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

durante el día, 12% del consumo total normalmente se factura en el uso de computadoras ya que cada bodega y sistema de facturación depende de ello los aires acondicionados representan el 22% restante. Es importante mencionar que la iluminación exterior e interior también está conectada al transformador.

La potencia instalada de todos estos equipos eléctricos es de 155 kW, en la siguiente ilustración se muestra la distribución.

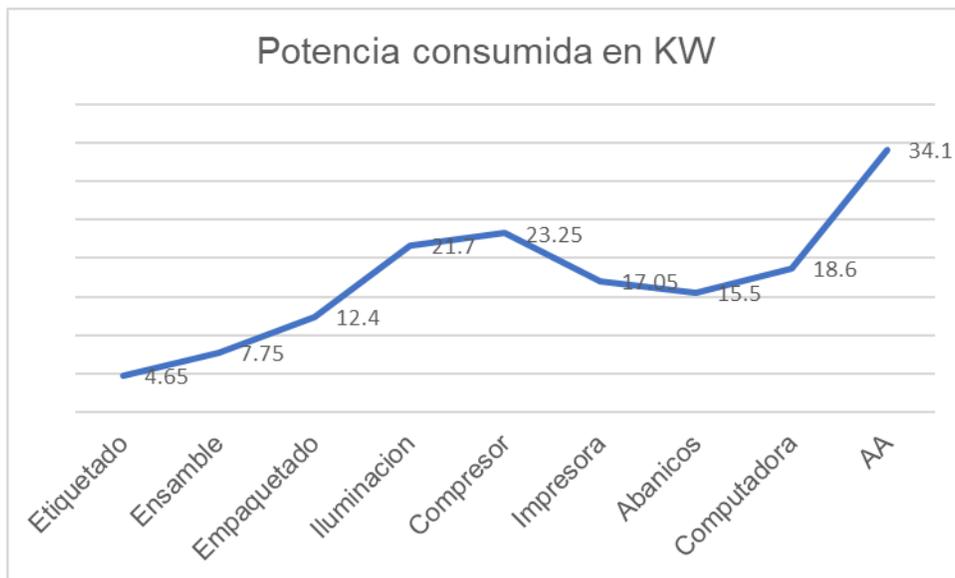


Figura 2: Potencia consumida en KW

Como se muestra en la figura el 4.65 KW corresponde al consumo en el área de etiquetado, 7.75 KW corresponde al área de ensamble, 12.4 KW corresponde al área de, 21.7 KW corresponde al uso de iluminación de 110 voltios , 23.25 KW corresponde al uso de equipos que funcionan con neumática, 17.05 KW consumo equivalente al uso de equipos de impresión y facturación tanto como entradas y salidas de cada una de las bodegas , 15.5 KW del consumo es utilizado por abanicos, 18.6 KW consumo normalmente de computadoras ya que cada bodega y sistema de facturación depende de ello los aires acondicionados representan el 34.1KW restante; La potencia instalada de todos estos equipos eléctricos es de 155 KW.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

### Equipos conectados en 440V

Los equipos que trabajan con 440V, están conectados a un generador eléctrico de 85 kVA, el cual utiliza Diesel para su funcionamiento. La potencia instalada de estos equipos es de aproximadamente de 58.9 kW. La distribución de la potencia por equipo se muestra en la siguiente figura en la cual se muestra que del total de potencia instalada se reporta que el 22% equivale a la potencia consumida por el cuarto frio 1, el cuarto frio 2 equivalente al 24% del consumo total, 36% del consumo total corresponde al cuarto 3 y 18% del porcentaje del consumo total representando al cuarto frio número 4.

Para determinar la distribución del consumo de energía eléctrica se realizaron mediciones eléctricas a los diferentes equipos consumidores, equipos de producción, aires acondicionados, iluminación y los equipos eléctricos de oficinas, ubicados en las diferentes áreas.

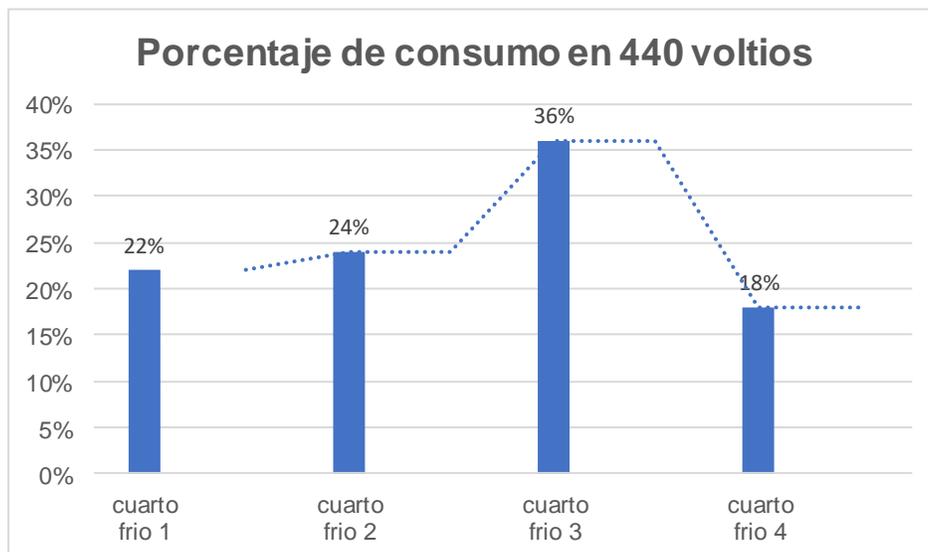


Figura 3: Consumo 440 voltios

Como se muestra en la figura 12.958 KW corresponde al consumo del cuarto frio número 1, 14.136 KW corresponde al cuarto frio número 2, 21.204 KW corresponde al cuarto frio 3 y 10.602 KW consumo equivalente al uso del cuarto frio número 4; La potencia instalada de todos estos equipos eléctricos es de 58.9 KW.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

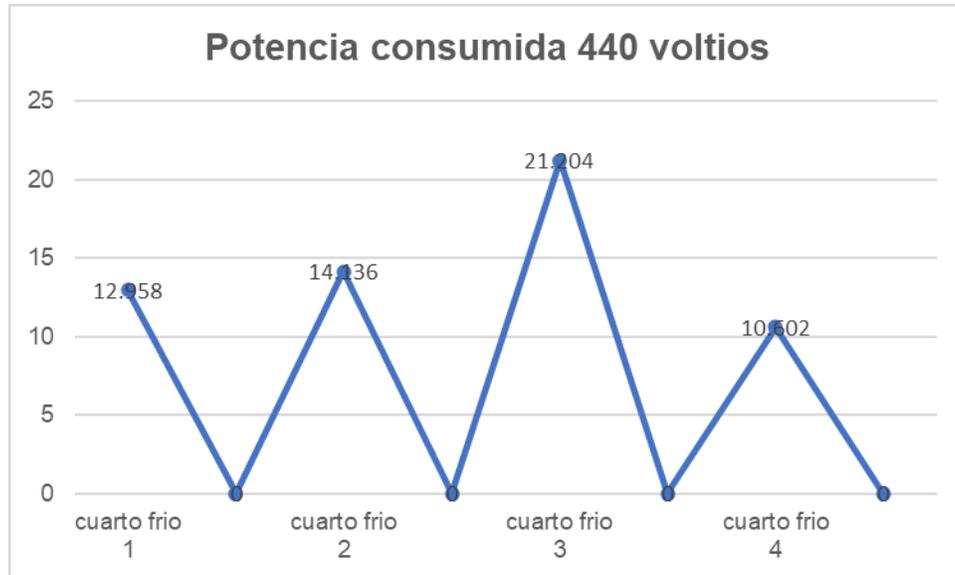


Figura 4: Potencia consumida 440 voltios

El consumo total de energía eléctrica cuantificado tanto para equipos monofásicos como trifásicos es de **6,417 kWh/mes (77004 kWh/año)**. A continuación, se muestra el consumo dividido tanto para equipos que trabajan en 110, 220V y los de 440V. En la figura siguiente se muestra la distribución de consumo.

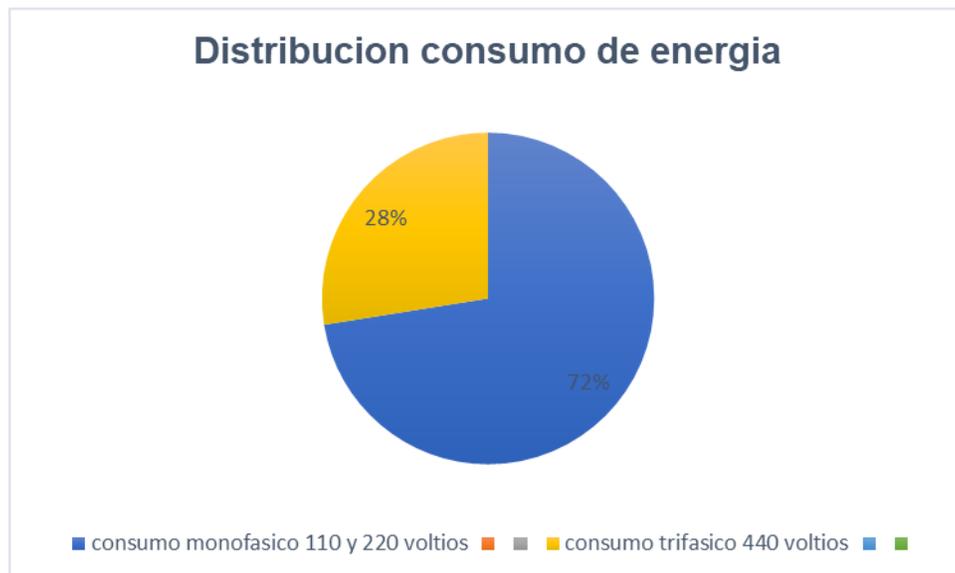


Figura 5: Distribución consumo de carga

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

Como se muestra en la figura el 28% de la energía consumida por La Nave industrial del Parque Logístico Las Condes lo representan los equipos trifásicos que trabajan en 440V, por lo que este sería el consumo de energía del generador eléctrico y el 72% lo demanda los equipos monofásicos conectados actualmente al transformador.

### Consumo de energía de los equipos conectados al generador, 440V

La energía equivalente consumida por el generador para el funcionamiento de los equipos 440V es de 1,767 kWh-/mes (21,204 kWh/año). La distribución se muestra a continuación.



Figura 6: Potencia consumida 440 voltios

El mayor consumidor es el cuarto frío con un 36% del consumo trifásico total referente a 21.204 kWh, 24% el cuarto frío 1 con 14.136 kWh, 22% el cuarto frío 1 con 12.958 kWh y el de menor consumo según medición realizada fue el cuarto frío 4 con 10.602 kWh.

Como se muestra uno de los mayores consumidores es el cuarto frío 3, este equipo tiene dos motores uno de 15 HP y otro de 1/3 HP. Este equipo es nuevo y tiene un arrancador suave para disminuir los picos de demanda.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

Con respecto al dimensionamiento del generador, se identificó que se encuentra mal dimensionado, debido a que existe el problema que no pueden ponerse a funcionar las máquinas al mismo tiempo porque este trabaja forzado.

Para realizar un mejor dimensionamiento del generador debemos tomar en cuenta los picos de demanda. Durante el arranque hay que considerar que la potencia mecánica a ser solicitada por el motor eléctrico para vencer la inercia de su rotor será: De 3 a 5 veces su potencia nominal expresada en [kW] si dicho arranque es del tipo directo.

$$P = 58.9 \text{ kW} * 5 \text{ veces} =$$

$$P = 294.5 \text{ kW}$$

Tamaño del generador adecuado:

$$1 \text{ kW} = 1.25 \text{ kVA}$$

$$P = 294.5 \text{ kW} * 1.25 = 368.125 \text{ KVA}$$

**tamaño del generador adecuado: 368.125 kva**

En la tabla se muestra la comparación del tamaño del generador actual con el calculado.

Tabla 1. Comparación del generador actual con el calculado

Potencia del generador (kVA)	Potencia del generador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Potencia consumida (kVA)	% de menor capacidad
85	68	294.5	368.125	-73.625

Como se observa el generador actual se encuentra -73.625 por debajo de lo que se requiere, por lo tanto, se recomienda un reemplazo por uno de mayor tamaño. Esto permitirá que los equipos funcionen más eficientemente y el incremento de la producción sea representativo.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

### Consumo de energía de los equipos conectados al Transformador, 110 y 220V

La energía equivalente consumida por el generador para el funcionamiento de los equipos monofásicos conectados en 110 y 220V es de 4,650 kWh-/mes (55,800 kWh/año).

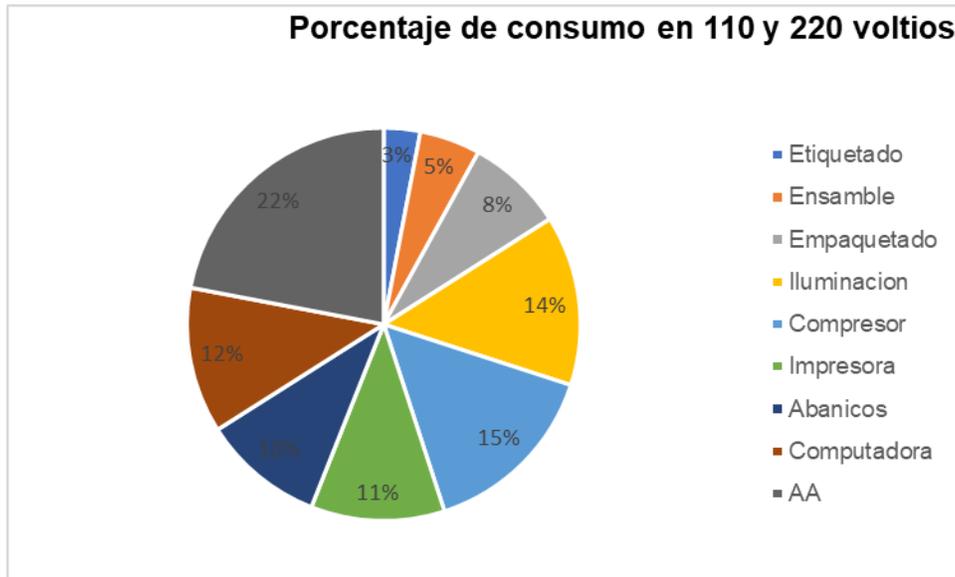


Figura 7: Porcentaje de consumo 112 y 220 voltios

Como se muestra en la figura el 3% corresponde al porcentaje de consumo en el área de etiquetado, el 5% corresponde al área de ensamble en esta área se utilizan herramientas de consumo bajo como taladros y lijadoras, 8% corresponde al área de empaquetado de igual manera posee su propio equipamiento se utilizan maquinas paletizadoras y herramientas de consumo menor, el 14% corresponde al uso de iluminación de 110 voltios , 15% corresponde al uso de equipos que funcionan con neumática, además se tomaron en cuenta el equipamiento utilizado en la limpieza del local, 11% del consumo total es equivalente al uso de equipos de impresión y facturación tanto como entradas y salidas de cada una de las bodegas , 10% del consumo es utilizado por abanicos que normalmente se utilizan durante el día, 12% del consumo total normalmente se factura en el uso de computadoras ya que cada bodega y sistema de facturación depende de ello los aires acondicionados representan el 22% restante. Es importante mencionar que la iluminación exterior e interior también está conectada al transformador.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

La potencia instalada de todos estos equipos eléctricos es de 155 kW, en la siguiente ilustración se muestra el análisis de la distribución

Tabla 2. Potencia consumida

Potencia transformador (kVA)	del transformador (kW)	Potencia consumida (kW)	Potencia total consumida (kVA)	% de menor capacidad
225	180	155	193.75	-38.75

### Distribución total del consumo energético por equipos.

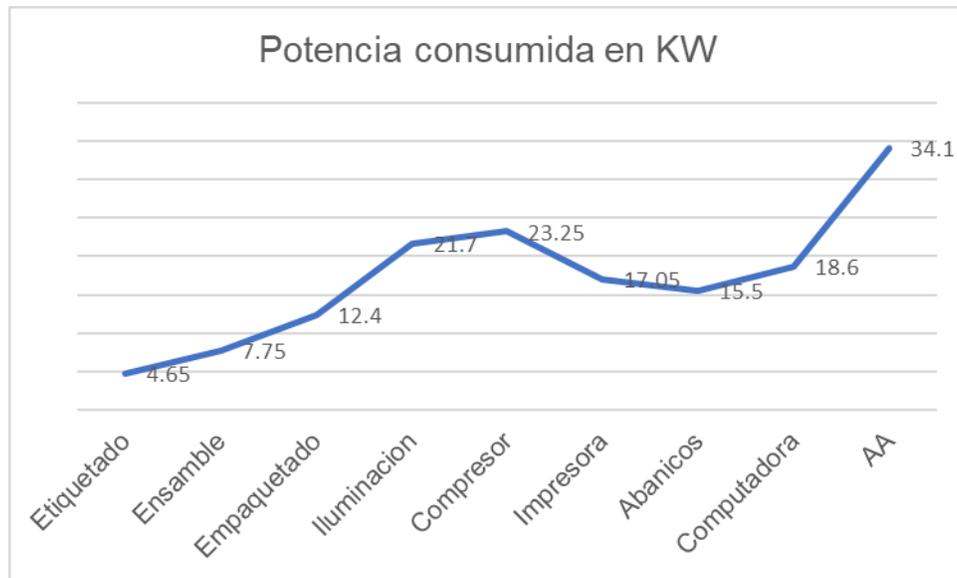


Figura 8: Potencia consumida en KW

Como se muestra en la figura el 4.65 KW corresponde al consumo en el área de etiquetado, 7.75 KW corresponde al área de ensamble, 12.4 KW corresponde al área de, 21.7 KW corresponde al uso de iluminación de 110 voltios, 23.25 KW corresponde al uso de equipos que funcionan con neumática, 17.05 KW consumo equivalente al uso de equipos de impresión y facturación tanto como entradas y salidas de cada una de las bodegas, 15.5 KW del consumo es utilizado por abanicos, 18.6 KW consumo normalmente de computadoras ya que cada bodega

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

y sistema de facturación depende de ello los aires acondicionados representan el 34.1KW restante; La potencia instalada de todos estos equipos eléctricos es de 155 Kw..

### Análisis de motores

En este acápite se realiza un análisis de factor de carga de las máquinas conectada en 440V. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Tabla 3. Análisis factor de potencia

Equipo	Potencia de chapa HP	Promedio A	Promedio V	Cos PHI chapa	Potencia kW	Potencia medida en HP	E nominal	Factor de carga
cuarto frio 1, motor 1	15.3	24.4	440.7	0.75	14	18.7	86.60%	106.01%
cuarto frio 2, motor 1	15	20.5	440.7	0.87	13.6	18.2	86.60%	105.24%
cuarto frio 3, motor 1	4	2.6	440.7	0.88	1.7	2.3	85.60%	49.40%
cuarto frio 4, motor 1	7.5	4.1	440.7	0.87	2.7	3.6	90.00%	43.75%
cuarto frio 1, motor 2	10	6.2	440.7	0.87	4.1	5.5	90.00%	49.35%
cuarto frio 2, motor 2	11.5	7.3	440.7	0.87	4.8	6.5	90.00%	50.80%
cuarto frio 3, motor 2	10	5.9	440.7	0.84	3.8	5	85.60%	43.12%
cuarto frio 4, motor 2	1.5	2.3	440.7	0.87	1.5	2.1	79.00%	109.27%

Como se puede observar el cuarto frio 1 motor 1, el cuarto frio 2 motor 1 y el cuarto frio 4 motor 2 se encuentra con factor de carga adecuado, en cambio el cuarto frio 3 motor 1 tiene un factor de carga de 49.40%, el cuarto frio 4 motor 1 43.75%, cuarto frio 1 motor 2 49.35%, cuarto frio 2 motor 2 con 50.80% y el cuarto frio 3 motor 2 con 43.12% lo cual representa que hay problemas con el factor de carga y que es recomendable realizar una revisión a cada motor para realizar la corrección adecuada del factor e carga.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

### Sistema de iluminación

La Nave industrial del Parque Logístico Las Condes cuenta con lámparas instaladas en el interior de las instalaciones, el cual es tecnología obsoleta de tubos fluorescentes de 20 y 40 watts de potencia, así mismo con bombillos incandescentes de 100 watts. El consumo de esta iluminación es de aproximadamente de 651 kWh/mes (7,812 kWh/año).

También tiene instalado iluminación exterior, de 250W y de 400W y consumen 204.55 kWh/mes (2,454.55 kWh/años) y una demanda de potencia de 0.49 kW.

Existe potencial de sustituir esta iluminación por tecnología LED, el cual reducirá el consumo de energía eléctrica y la demanda de potencia en horas punta que reporta la iluminación exterior que se utiliza en horas de la noche.

### Mediciones de niveles de iluminación.

Se realizó un análisis de los niveles de iluminación por cada puesto de trabajo.

Tabla 4. Análisis de los niveles de iluminación de puestos de trabajo

NIVELES DE ILUMINACION		
AREA	NIVEL DE ILUMINACION ENCONTRADO, LUX	NIVEL DE ILUMINACION RECOMENDADO, LUX
OFICINA ADMINISTRATIVA	187	300
BODEGA DE PRODUCTOS 1	23	100
BODEGA DE PRODUCTOS 2	15	100
BODEGA DE MATERIA PRIMA	32	100
BODEGA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	22	100
PANEL 220	32	100
BANCO 220	320 ILUMINACION NATURAL	300
AREA CUARTO FRIO 1	176	300
AREA CUARTO FRIO 2	86	300
AREA CUARTO FRIO 3	146	300
AREA CUARTO FRIO 4	162	300

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

Como se puede observar ninguno de los puestos de trabajo cumplen con los requerimientos según la norma, el cual debe cumplirse para favorecer la percepción visual con el fin de asegurar la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de quienes las realizan.

### **Condiciones del Sistema eléctrico**

La Nave industrial del Parque Logístico Las Condes no dispone de un diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas internas. El diagrama unifilar es una representación gráfica que permite visualizar a partir del punto de entrega se distribuye la energía eléctrica a través de paneles y sub-paneles los cuales deben claramente identificar en tablas en el diagrama y que deben equivaler a lo que se encuentra físicamente en el sitio. La falta de diagrama unifilar dificulta cualquier estudio que se quiera realizar y más aún impide realizar maniobras ante situaciones de emergencia debido a que no se conoce la distribución de la instalación eléctrica.

Una instalación eléctrica es el conjunto de equipos y materiales que permiten distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía suministro hasta máquinas y aparatos receptores para su utilización final, de una manera eficiente y segura.

Debido a que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el ser humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad, así como la de los bienes materiales, cada parte que integre la instalación eléctrica debe estar ubicada estratégicamente con el fin de lograr seguridad absoluta. Además de esto el servicio de instalaciones eléctricas deberá ser eficiente y económico, integrando lo técnico y lo económico.

En las siguientes figuras se muestran los hallazgos encontrados en el sistema eléctrico de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes

Se realizaron inspecciones visuales con la cual se determina que gran parte de las instalaciones internas se encuentran en mal estado, lo cual en gran medida es ocasionado por la falta de mantenimiento que se le brinda a las instalaciones eléctricas, así como la violación de normas técnicas establecidas en el Código de

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

Instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN), aumentando el riesgo de electrocución accidental del personal, estudiantes y público en general.

Entre las violaciones al CIEN se encuentra que no fue aplicado lo que indican los artículos: 120-17 inciso a, e, r, 200-2 Disposiciones generales, 200-3 Conexión al sistema puesto a tierra. 210-5 Código de colores para circuitos derivados, 210-7 Tomacorrientes y enchufes inciso (a), (b) y (c), 210-8 Interruptor contra fallas a tierra (ICFT) para protección de las personas en lugares donde exista acceso directo a alta incidencia de humedad, 215-6 Medios de puesta a tierra para alimentador.

No existen recalentamientos en conductores, los calibres inadecuados, ausencia de puestas a tierra de instalaciones; lo que conlleva a tener pérdidas de energía por mal estado de instalaciones por lo que se recomienda el realizar una mejora de las instalaciones que permita tener seguridad en las instalaciones y proteger sus equipos.

Se debe realizar periódicamente el mantenimiento de las instalaciones eléctricas salvar vidas, mejora el rendimiento de los equipos, ahorro considerable de dinero y disminuye el consumo de energía.

### **Tableros de distribución**

Se realizó diagnóstico para los tableros de distribución que se encontraron instalados para cada uno de los cuartos fríos los cuales se verificaron según requerimientos generales del código de las instalaciones eléctricas vigente en el país

### **Espacios disponibles para la operación y mantenimiento de la instalación y de los equipos**

El tablero de distribución del cuarto frío número 1 se encuentra ubicado en un espacio de trabajo muy reducido y la entrada está limitada por dos bancos de mesa que utilizan para colocar materia prima desechada

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

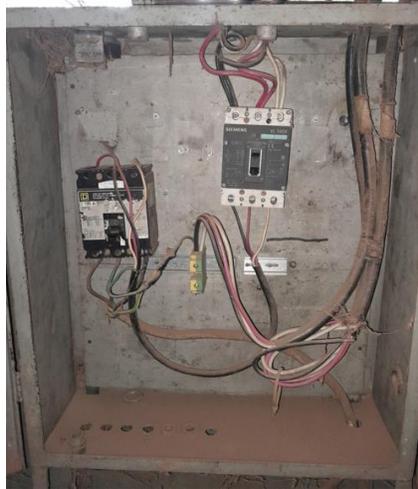


Figura 9: Tablero de distribución cuarto frio 1

El tablero de distribución del cuarto frio número 2 se apreció que prácticamente es imposible el acceso ya que colocaron láminas de pycen en la pared frente al panel de distribución.

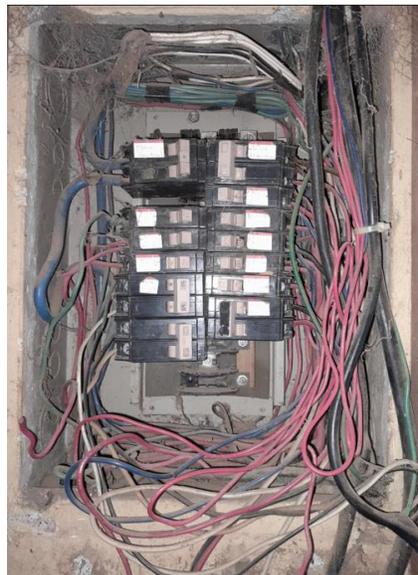


Figura 10: Tablero de distribución cuarto frio número 2

El tablero de distribución del cuarto frio número 3 se encuentra con problemas con el acceso porque hay que atravesar una cantidad de equipos que no están en uso y fueron colocados en ese lugar para ser descartados.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”



Figura 11: Tablero de distribución cuarto frio 3

El tablero de distribución del cuarto frio número 4 está disponible y es de fácil acceso, cabe mencionar que el día que se realizó el diagnóstico estaban colocadas sillas de madera frente al panel, según consulta realizada al jefe de turno el informo que los trabajadores colocan esas sillas en ese espacio en horas de descanso para socializar.



Figura 12: Tablero de distribución cuarto frio 4

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

### Las aberturas no utilizadas de las cajas

Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canales auxiliares, gavinetes, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección a los contactos, equipos y personal.

los tableros de distribución del cuarto frío número 1 poseen tapa para cubrir los conductores, pero los operarios que realizan mantenimiento periodo continuamente la dejan abierta según información del jefe de turno, el día en que se realizó el diagnostico el tablero de distribución número uno se encontraba con la puerta abierta y se podían notar la suciedad en sus contactos, la placa superior e inferior del tablero tenía aberturas para interruptores que no están siendo utilizados.



Figura 13: Aberturas tablero de distribución numero 1

Los tableros de distribución del cuarto frío número 2 poseen tapa realizada con material aglomerado plywood para cubrir los conductores e interruptores, en este caso la tapa original se desprendió por golpes en la parte frontal ya que en este espacio normalmente se realizan actividades de recibir y entregar materiales e insumos, el día en que se realizó el diagnostico el tablero de distribución se encontraba con la puerta abierta y se podían notar la suciedad en sus contactos no tiene salida adicionales para ductos o conductores.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”



Figura 14: Abertura tablero de distribución numero 2

los tableros de distribución del cuarto frío número 3 no poseen, en este caso la tapa original se desconoce el destino que tuvo, el día en que se realizó el diagnóstico se encontraba con la puerta abierta, tiene aberturas en los laterales que fueron utilizadas en instalaciones provisionales previas y en el lateral derecho posee aberturas en uso que no se les colocó la terminal adecuada.



Figura 15: Abertura tablero de distribución numero 3

los tableros de distribución del cuarto frío número 2 poseen tapa original, el día en que se realizó el diagnóstico el tablero de distribución número uno se encontraba

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

con la puerta cerrada y en perfectas condiciones, no poseía aberturas para conductores adicionales ni para salida de ductos



Figura 16: Abertura tablero de distribución numero 4

### **Tableros de distribución con partes energizadas peligrosas**

Los tableros deben de fabricarse de tal manera que las partes energizadas peligrosas no deben ser accesibles y las partes energizadas accesibles no deben de ser peligrosas.

El tablero de distribución cuarto frio numero 1 no posee tapa para cubrir los interruptores y tiene aberturas que permiten el contacto con partes energizadas en la parte superior del talero de distribución se pueden apreciar salida de conductores TSJ sin su debida terminal en este caso el recomendado según normativa

El tablero de distribución del cuarto frio numero 2 posee tapa para cubrir los interruptores pero tiene aberturas superficiales para salida de conductores ubicados en la parte superior del tablero de distribución, se aprecia salida de conductores de diferentes denominaciones conductores TSJ y multifilar 1\*12 de diferentes colores.

El tablero de distribución correspondiente al cuarto frio numero 3 no posee tapa para cubrir los interruptores y tiene aberturas que permiten el contacto con partes energizadas en la parte lateral se pueden apreciar aberturas que actualmente no están en uso y en la parte superior se pueden observar conductores de diferentes

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

denominaciones TSJ de diferentes calibres y protoduros de diferentes calibres, cabe mencionar que ninguna de las terminales tiene la terminal adecuada para el tipo de conductor.

El tablero de distribución referente al cuarto frio numero 4 tiene su tapa principal y se puede apreciar el buen mantenimiento, pero en la parte superior tiene salida de conductores de diferentes denominaciones algunas de ellas no están en uso y tampoco tiene la terminal adecuada para el tipo de conductor

### **Tableros de distribución deben estar puestos sólidamente a tierra**

Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra

De manera general se observó que los tableros de distribución se colocaron de manera provisional ya que 3 de los cuatro tablero no están colocados sólidamente a tierra en el caso del tablero de distribución del cuarto frio numero 4 tiene una conexión física a tierra por medio de un conductor calibre numero 12 protoduro, pero para la carga que está siendo alimentada por el tablero de distribución el conductor que está siendo utilizado no brinda las garantías ni seguridad para un sistema eléctrico.

En el caso de los otros 3 paneles adicionales no tienen conexión y esto no da garantía a las instalaciones ni al usuario, Se presenta información del diagnóstico realizado para los tableros de distribución que se encontraron instalados los cuales se verificaron según normativa vigente del código de instalaciones eléctricas de Nicaragua.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Conexión de conductores en el tablero de distribución**

Se presenta el diagnóstico realizado a los tableros de distribución que se encontraron instalados en las instalaciones los cuales se verificaron según normativa vigente del código de instalaciones eléctricas de Nicaragua.

Requerimientos para los productos, tableros eléctricos, tablero de baja tensión, terminales de alumbrado.

Según normativa vigente, cada conductor que se instale en el tablero de distribución debe conectarse mediante terminales que puede ser a presión o de sujeción por tornillo.

De manera general se observó que la mayoría de conductores estaba instalado en el panel estaba sujetado mediante tornillos ya que los tipos de tableros son CH cutlehammer la mayoría de los conductores presentaba calentamiento por flojedad en las terminales debido a la falta de monitoreo y mantenimiento.

### **Código de colores de los conductores**

Se presenta el diagnóstico realizado a los tableros de distribución que se encontraron instalados en las instalaciones los cuales se verificaron según normativa vigente del código de instalaciones eléctricas de Nicaragua.

Requerimientos para los productos, tableros eléctricos, tablero de baja tensión, terminales de alumbrado.

De manera general se observó que las conexiones están realizadas con conductores de diferentes colores sin respetar un código vigente, se observó que en algunos casos los paneles presentaban conductores de color blanco en la fase y conductores de color negro, blanco y rojo en la barra de tierra, según el encargado de área esto se debe a que la empresa de manera continua contrata a diferentes personas para solucionar las fallas que se van presentando, estas personas van solucionando las fallas con lo que tienen a mano sin respetar código de colores.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Tableros etiquetados**

Se presenta el diagnóstico realizado a los tableros de distribución que se encontraron instalados en las instalaciones los cuales se verificaron según normativa vigente del código de instalaciones eléctricas de Nicaragua.

Requerimientos para los productos, tableros eléctricos, tablero de baja tensión, terminales de alumbrado.

Un tablero debe tener adherida de manera clara, permanente y visible mínima la siguiente información: tensión nominal y de operación, corriente de alimentación, número de fases, número de hilos (incluyendo tierras y neutros), razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, cuadro de leyenda para identificar los circuitos, indicar de forma visible la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores al cerrar o abrir circuito, todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.

Los tableros de distribución diagnosticados no contenían toda esta información indicada solo en un tablero de distribución tenía el cuadro de leyenda para identificar los circuitos.

### **Tomacorrientes diagnosticados**

Se presenta el diagnóstico realizado a los tableros de distribución que se encontraron instalados en las instalaciones los cuales se verificaron según normativa vigente del código de instalaciones eléctricas de Nicaragua.

Requerimientos para los productos, tableros eléctricos, tablero de baja tensión, terminales de alumbrado.

En el caso de los tomacorrientes diagnosticados se observaron diferentes defectos:

Tomacorrientes sobrecalentados por el uso excesivo o por conectar equipos de mayor amperaje en tomacorrientes de uso general sin la protección adecuada que le permita accionarse de manera inmediata.

Tomacorrientes sin tapa los cuales se observaron por toda la empresa, según información del jefe de planta las tapas que ellos ponen a los tomacorrientes son

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

plásticas y cuando los operarios están realizando sus labores se quiebran rápido y luego se les olvida comprar el repuesto para volver a instalarlo.

Tomacorriente sin conexiona tierra se logro observar que varios tomacorrientes en cercanías del cuarto frio 1 y 2 no tenían puesta a tierra y en algunos caso tenían su conexión física a tierra, pero con conductores adecuados y en algunos caso que si tenían la conexión presentaban flojedad; debido a la falta de mantenimiento Tomacorrientes desprendidos de la pared; se encontraron tomacorrientes desprendidos de la pared y con aberturas inutilizadas.

Tomacorrientes con exceso de suciedad; se encontraron tomacorrientes con exceso de suciedad como polvo pedazos de materiales flojedad en sus terminales los cuales presentaban calentamiento.



Figura 17: Tomacorriente recalentado y sin tapa

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**



Figura 18: Tomacorriente sin terminales en caja de conexión

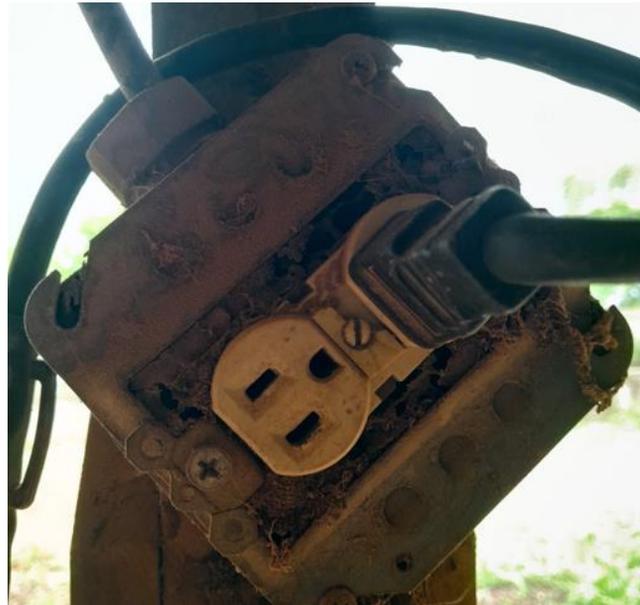


Figura 19: Tomacorriente sin tapa de protección

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

**Mejoras sistema de iluminación**

Situación actual: La iluminación interior actual obsoleta, tubos fluorescentes T12 de 40 W, 20W y bombillos incandescentes de 100W, así mismos iluminación exterior de 250 y 400W, lo que ocasionan un consumo considerable para el taller. En la tabla se muestra el consumo de energía actual, que equivale a 6,247.81 kWh/año.

Tabla 5. Consumo actual de energía en Iluminación

Unidades	WATT Actual	Consumo Actual de Energía (kWh/año)	Demanda de Potencia Actual (kW)
2	40	360	0.08
5	40	943	0.2
4	20	377.2	0.08
3	40	564.48	0.12
1	20	94.08	0.02
2	40	336	0.08
3	100	1,341.00	0.3
1	400	1,373.57	0.4
1	250	858.48	0.25

Se propone la sustitución de esta iluminación por LED. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

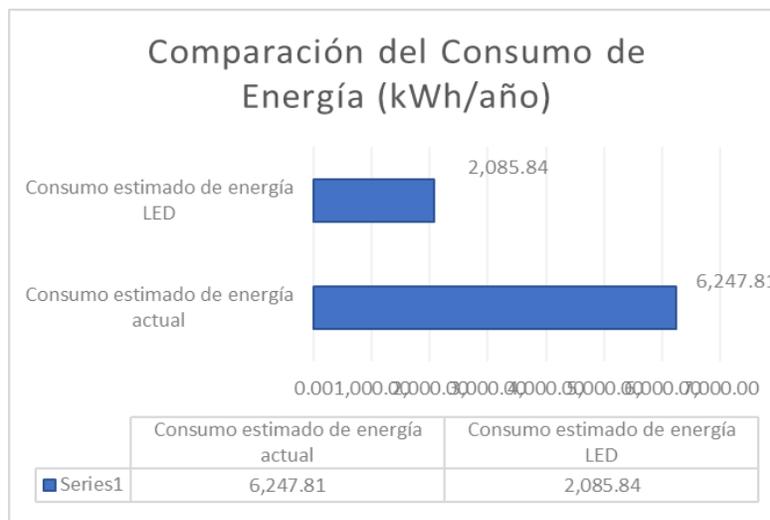


Figura 20: Comparacion de consumo de energia

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

Como se observa que el consumo de la energía se reduce el 76.6% del consumo actual. Es importante mencionar que hay ahorros por las pérdidas por balastos, ya que esta iluminación no necesita.

**Beneficios económicos:** Se reduce 4,786.75 kWh/año y 5.88 kW por demanda punta, equivalente a un ahorro económico de USD 1,471.47 al año, tomando en cuenta un costo de energía de USD 0.28 por kWh consumido y USD 22.31 por demanda por el tipo de tarifa.

**Inversión:** La inversión de esta tecnología es de **USD 1,161.10**. En la tabla se muestran los precios.

Tabla 6. Comparativos costos Iluminación LED

DESCRIPCIÓN EQUIPOS DE ILUMINACIÓN ACTUAL	DESCRIPCIÓN EQUIPOS DE ILUMINACIÓN LED	UNIDADES	Precio LED	INVERSIÓN TOTAL (USD)
<b>Tubos fluorescentes 40W</b>	Led de 18 W	12	23.30	279.60
<b>Bombillos exteriores de 400</b>	Led de 80 W	1	384.75	384.75
<b>Bombillos exteriores de 250</b>	Led de 80 W	1	384.75	384.75
<b>Bombillos de 100 W</b>	Led de 9W	3	14.00	42.00
<b>Tubos fluorescentes 20W</b>	Led de 9W	5	14.00	70.00

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Conclusiones**

- El concepto de mejora continua lleva asociada la necesidad de registrar la información para su posterior análisis, de forma que se pueda comprobar si se están cumpliendo los objetivos marcados, y realizar un seguimiento de los planes de acción de mejora para el ahorro energético en una empresa.
  
- El esquema básico de la planificación de la gestión energética se fundamenta en el estudio de los usos y consumos de energía, la identificación de las fuentes de energía y de las variables que afectan al uso de la energía. Requiere una revisión energética en el que el análisis de los usos y consumos de energía nos identifique las áreas de uso y consumos significativos de energía y nos permita proponer oportunidades para la mejora de la eficiencia energética.
  
- Antes de iniciar un estudio de consumo y ahorro energético es imprescindible tener datos estadísticos precisos del consumo energético, datos de varios años que permitan detectar las debilidades y puntos fuertes en los edificios. Llevar un seguimiento con un mejor control nos proporcionará información para la toma de decisiones. Así mismo se deben disponer de indicadores de uso intensivo de la energía, tanto para la situación antes de iniciar la implementación de las medidas de ahorro y el indicador después de la implementación, para determinar el porcentaje de ahorro.
  
- Para determinar los beneficios económicos reales por la implementación de opciones de eficiencia energética se debe de contar con historial de facturas eléctricas, con el propósito de cuantificar el costo por consumo de energía y demanda punta.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

- Con las mediciones las mediciones eléctricas se identificaron los mayores consumidores, los cuales son: iluminación, compresor 440V y aire acondicionado. Las opciones de mejoran se concentraron en reducir el consumo de estos equipos mediante opciones de eficiencia energética.
- Del análisis del generador y transformador se identificó que el generador es 71% más pequeño de lo que se requiere, en cuanto al transformador se encuentra con la dimensión adecuada, debido a que no solo el Parque Logístico Las Condes está conectado a él, por lo que se llega a la conclusión que se necesita un transformador de 500 KVA para alimentar equipos monofásicos y trifásicos.

## “Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”

### Recomendaciones

- Mejorar los niveles de iluminación de los puestos de trabajo, lo que permitirá que los colaboradores ejecuten sus labores de forma eficiente y segura, el cual es de mucha importancia por la actividad que realizan.
- Realizar un plan de mantenimientos de mantenimiento del transformador, generador, panales eléctricos y equipos consumidores de energía eléctrica.
- Los pasos para realizar el plan de mantenimiento son los siguientes:
  - b) Analizar los aspectos organizativos administrativos operativos para el establecimiento de un mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos.
  - c) Desarrollar el manual de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos.
  - d) Establecer los procedimientos del mantenimiento preventivo de los equipos.
  - e) Redactar el instructivo del mantenimiento preventivo que debe ser desarrollado en los equipos eléctricos.
  - f) Establecer los formatos de registros de planificación, supervisión y control del mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos.
  - g) Desarrollar el plan anual de mantenimiento preventivo para los equipos eléctricos.
  - h) Realizar el cronograma que indica la frecuencia en que se va a realizar los trabajos de mantenimiento y se delegan las responsabilidades.

## **“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

### **Bibliografía**

- ✓ Asamblea Nacional de Nicaragua, P. e. (19 de Abril del 2007). Ley general de higiene y seguridad del trabajo. Managua: Repositorio Asamblea Nacional.
- ✓ Bratu Campero, N. b. (1995). Instalaciones Electricas, Conceptos Basicos y Diseño. Mexico: ..
- ✓ Campero, N. B. (s.f.). Instalaciones Electricas, Conceptos basicos diseños.
- ✓ Flore, L. C. (2010). Auditoria Electrica en los edificios de postgrado (UNI-DEPEC), Edificio de la Biblioteca Esman Marin y Edificio de Estudios Superiores (IES) Ubicado en el costado Norte de la Universidad Nacional de Ingenieria (Recinto Universitario Simon Bolivar). Managua: Repositorio UNI.
- ✓ Nicaragua, R. (2000).Codigo de las Instalaciones Electricas de Nicaragua. Managua: CIEN.
- ✓ Rodriguez, I. P. (2010). Metodologia general para la preparacion y evaluacion de proyectos de inversion publica. Managua: SNIP.
- ✓ Sampieri, R. H. (2001). Metodologia de la investigacion Cientifica. Mexico: McGraHill.
- ✓ Sanchez, E. B. (2000). Analisis energetico en el sector industrial Universidad Carlos. Madrid: Carlos III McGrawHill.

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**

**Anexos**

Tabla 7. Formato estado de los equipos instalados

Formato estado de los equipos instalados					
Descripción del equipo	En mal estado sin operar	En buen estado operando	En mal estado operando	Demanda KW	Área de Ubicación
<b>Iluminación x</b>					
<b>Iluminación Y</b>					
<b>Iluminación Z</b>					
<b>Aire acondicionado x btu</b>					
<b>Aire acondicionado y btu</b>					

Tabla 8. Formato para levantamiento de datos de luminarias

Formato para levantamiento de datos del sistema de luminarias						
Ubicación	Tipos de lampara	Cantidad	Luminarias	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes
<b>Hemeroteca</b>						
<b>Laboratorio de computo</b>						
<b>Sala de lectura</b>						
<b>Total</b>						

Tabla 9. Formato levantamiento de datos de climatización

Formato para levantamiento de datos del sistema de climatización						
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda unitaria KW	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes
<b>Hemeroteca</b>						
<b>Laboratorio de computo</b>						
<b>Sala de lectura</b>						
<b>Total</b>						

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**



Figura 21: Compresor utilizado en la planta



Figura 22: Generador usada en la planta

**“Propuesta de mejoramiento energético de la Nave industrial del Parque Logístico Las Condes”**



Figura 23: Compresor 2 usado en la planta



Figura 24: Sistema de extracción usado en la planta