



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD DE POSGRADOS**

**TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE  
MAGISTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS**

TEMA:

“DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL AÑO 2015. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO.”

**Autor:** Ing. Flores Asimbaya Luis Antonio

**Tutor:** PhD. Secundino Marreno

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo - 2016



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

---

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe e investigación de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Flores Asimbaya Luis Antonio, con el título de tesis: **DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL AÑO 2015. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga Marzo 02, 2016.

Para constancia firman:

.....  
Msc. Manuel Ángel León Segovia  
PRESIDENTE

.....  
Phd. Iliana Antonia González Palau  
MIEMBRO

.....  
Msc. Ernesto Manuel Abril Garcés  
MIEMBRO

.....  
Msc. Marcelo Fabián Salazar Corrales  
OPONENTE



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

---

## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Latacunga, a 29 de Febrero del 2016

En mi calidad de Director de Tesis presentada por Flores Asimbaya Luis Antonio, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es “DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL AÑO 2015. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO”.

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

PhD. Secundino Marreno

**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD DE POSGRADO**

**Latacunga – Ecuador**

---

**RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS**

El contenido de la presente Tesis de Grado, es original y de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente

Ing. Luis Antonio Flores Asimbaya  
C.I. 171579326-9

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. José Mosquera y su esposa quienes me brindaron el apoyo para poder realizar acabo esta investigación en la empresa Kedely.

A Sonia Mosquera, quien me facilitó la documentación y los accesos en las facilidades de la empresa Kedely.

A mi director de tesis porque con su conocimiento supo orientarme a lo largo del presente trabajo. Y a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de obtener mi título de 4to nivel.

GRACIAS.

## **DEDICATORIA**

A mí querida y amada esposa Sonia, quien con su cariño y apoyo me ha brindado la motivación suficiente para seguir siempre con mis objetivos y metas.

A mis hijos Anthony Enrique y Camila Monserrat los que hacen que cada día sea lleno de ocurrencias y momentos inolvidables.

A mis padres y hermanos por siempre creer que puedo llegar a donde me lo proponga.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

---

TEMA: “DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL AÑO 2015. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO”

**Author:** Ing. Flores Asimbaya Luis Antonio

**Tutor:** PhD. Secundino Marreno

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa de helados Kedely ubicada en la ciudad de Quito, la inclusión de la eficiencia energética dentro de las microempresas llevó a utilizar el modelo de gestión energética ISO50001, planteando el objetivo de diseñar un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico con el cual se reducirá los costos por consumo eléctrico.

Se realizó la auditoría en las instalaciones, se determinó las gráficas de control, adquisición de datos con el analizador de calidad de energía Fluke 435 Series II, modelación y simulación de diagramas eléctricos con el programa computacional EasyPower, mediante lo cual se obtuvo oportunidades de mejoras como son las pérdidas producidas en el sistema por desbalance de potencia, pérdidas en el cobre, la falta de mantenimiento en cuartos fríos y la optimización de iluminación, con la propuesta se estructuró un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico, se definió una política energética, se diseñó un sistema de monitoreo de parámetros, un programa de mantenimiento a los equipos que consumen mayor potencia y el establecimiento de indicadores energéticos, con el cual se logrará un ahorro energético anual del 13,15% de la facturación por consumo eléctrico del año 2015.

Los indicadores financieros mostraron que el proyecto es viable, con un periodo de recuperación de inversión PRI de 1 año 2 mes y 11 días, un valor actual neto positivo VAN y una tasa interna de retorno TIR mayor que la tasa de descuento.

**DESCRIPTORES:** Gestión energética, modelación y simulación, consumo energético, plan de mejoras.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

---

TOPIC: “DIAGNOSTIC OF POWER CONSUMPTION, IN THE ICE CREAM FACTORY CALLED KEDELY IN QUITO CITY, DURING THE YEAR 2015. DESIGN OF AN ENERGY MANAGEMENT IMPROVEMENT PLAN FOR ELECTRICAL CARRIER”

**Author:** Ing. Flores Asimbaya Luis Antonio

**Tutor:** PhD. Secundino Marreno

## ABSTRACT

**This research was realized at the ice cream factory called Kedely which is located in Quito City; the inclusion of energy efficiency within the microenterprise drove us to use the model ISO50001. When the objective of design an energy management improvement plan for the electrical carrier which we reduce costs for electric consumption was done, An audit was done in the factory, the graphics control were determined, data acquisition with the use of the energy quality analyzer Fluke 435 Series II, electrical diagrams modelling and simulation by the use of the Software EasyPower, through that improvement opportunities were got, like the productive losses in the power offset losses in the copper, the lack of maintenance in cold rooms and the illumination optimization, with this proposal an energy management improvement plan for the electrical carrier was structured.**

**An energy policy was defined, a parameter monitoring system was designed, an equipment maintenance program which consume higher power and suggesting the energy indicator establishment, which we will achieve an annual energy save of 13.15% in the billing for electric consumption in 2015. The financial indicators showed us the the project is viable, with an investment recovery period IRP of 1year 2 month and 11 days, a present positive value PPV and an internal return rate IRR higher than the discount rate.**

**Keywords:** Energy management, modeling and simulation, energy consumption, improvement plan.

## ÍNDICE GENERAL

| <b>CONTENIDO</b>   | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| PORTADA.....   | i           |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....                           | ii          |
| AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS .....                                 | iii         |
| RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS .....                 | iv          |
| AGRADECIMIENTO .....   | v           |
| DEDICATORIA .....  | vi          |
| RESUMEN.....   | vii         |
| ABSTRACT.....  | viii        |
| ÍNDICE GENERAL.....  | ix          |
| ÍNDICE DE CUADROS.....   | xv          |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....   | xvii        |
| ÍNDICE DE ECUACIONES .....                                       | xx          |
| INTRODUCCIÓN .....   | 1           |
| Situación problemática.....                                      | 1           |
| Justificación de la investigación .....                          | 3           |
| Objeto y problema de la investigación.....                       | 3           |
| Campo de acción y objetivo general de la investigación .....     | 4           |
| Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación..... | 4           |

|  |    |
|--|----|
| Sistema de objetivos específicos .....   | 4  |
| Paradigmas que asume la investigación.....   | 5  |
| Alcance de la investigación según la acción del proceso creativo enunciada en el objetivo..... | 5  |
| CAPÍTULO I.....  | 6  |
| MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL.....  | 6  |
| 1.1 Caracterización detallada del objeto .....   | 6  |
| 1.2 Marco Teórico de la Investigación.....   | 8  |
| 1.2.1 Antecedentes de la Investigación.....  | 8  |
| 1.2.2 Fundamentación teórica.....  | 13 |
| 1.2.2.1 Diagnostico energético.....  | 13 |
| 1.2.2.2 Sistema de Gestión Energética.....   | 14 |
| 1.2.2.3 Norma ISO50001 .....   | 15 |
| 1.2.3 Marco Legal .....  | 17 |
| 1.3 Fundamentación de la investigación.....  | 18 |
| 1.4 Bases teóricas particulares de la investigación.....                                       | 18 |
| 1.4.1 Factor de Potencia .....   | 18 |
| 1.4.2 Modos de compensación del factor de potencia.....  | 19 |
| 1.4.3 Calidad del suministro de energía.....   | 23 |
| 1.4.4 Normas de calidad de energía eléctrica.....  | 27 |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO II .....  | 33 |
| METODOLOGÍA .....  | 33 |
| 2.1 Modalidad de la Investigación. ....                    | 33 |
| 2.2 Nivel o tipo de Investigación. ....                    | 34 |
| 2.3 Métodos de Investigación. ....                         | 34 |
| 2.4 Técnicas e Instrumentos de medición. ....              | 35 |
| 2.4.1 Instrumento de medición Fluke 435B Series II .....   | 37 |
| 2.4.2 Modelación y Simulación mediante Easypower 9.7 ..... | 39 |
| CAPÍTULO III .....   | 41 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....               | 41 |
| 3.1 Empresa de fabricación de helados Kedely. ....         | 41 |
| 3.1.1 La empresa. ....                                     | 41 |
| 3.1.2 Sector al que pertenece.....                         | 41 |
| 3.1.3 Representante Legal. ....                            | 42 |
| 3.1.3.1 Objeto social.....                                 | 42 |
| 3.1.4 Estructura organizacional.....                       | 43 |
| 3.1.5 Misión. ....   | 43 |
| 3.1.6 Visión. ....   | 44 |
| 3.1.7 Valores. ....  | 44 |
| 3.1.8 Política. ....                                       | 44 |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.9 Instalación y proceso de fabricación de helados.....                          | 44 |
| 3.2 Análisis y discusión de resultados.....   | 47 |
| 3.2.1 Históricos de consumo de energía 2014-2015.....                               | 47 |
| 3.2.2 Gráficos de control de consumo de energía eléctrica.....                      | 50 |
| 3.3 Evaluación Energética.....  | 55 |
| 3.3.1 Carga instalada.....  | 58 |
| 3.3.2 Demanda en día de carga máxima.....   | 59 |
| 3.3.3 Mediciones con analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II<br>..... | 61 |
| 3.3.4 Análisis de conductores.....  | 69 |
| 3.3.5 Modelación y Simulación con herramienta Easypower 9.7.....                    | 70 |
| 3.3.6 Revisión visual.....  | 72 |
| 3.4 Conclusiones Parciales.....   | 75 |
| CAPÍTULO IV.....  | 77 |
| PROPUESTA.....  | 77 |
| 4.1 Título.....   | 77 |
| 4.2 Justificación de la Propuesta.....  | 77 |
| 4.3 Objetivo de la Propuesta.....   | 78 |
| 4.4 Estructura de la propuesta.....   | 78 |
| 4.5 Desarrollo del plan de mejoras para la empresa Kedely.....                      | 79 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.5.1 Política energética. ....   | 79  |
| 4.5.2 Unidad de Gestión Energética Temporal. ....   | 80  |
| 4.5.3 Propuesta del Plan de Mejoras. ....   | 80  |
| 4.5.3 Monitoreo de parámetros. ....   | 86  |
| 4.6 Evaluación económica de la propuesta. ....  | 90  |
| 4.6.1 Período de Recuperación de Inversión (PRI). ....                                      | 90  |
| 4.6.2 Valor actual neto (VAN). ....   | 92  |
| 4.6.3 Tasa interna de retorno (TIR). ....   | 93  |
| 4.7 Evaluación ambiental de la propuesta. ....  | 94  |
| CONCLUSIONES .....  | 95  |
| RECOMENDACIONES .....   | 97  |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS .....   | 98  |
| ANEXOS .....  | 101 |
| ANEXO 1 – DOCUMENTOS DE PERMISO DE FUNCIONAMIENTO.....                                      | 102 |
| ANEXO 2 – AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN EN<br>LA EMPRESA HELADOS KEDELY ..... | 107 |
| ANEXO 3 – PRODUCTOS QUE REALIZA LA EMPRESA Y REGISTROS<br>SANITARIOS .....                  | 109 |
| ANEXO 4 – CÁLCULOS DE GRÁFICAS DE CONTROL EMPRESA KEDELY<br>2014-2015 .....                 | 111 |
| ANEXO 5 – ÁREAS DE TRABAJO Y DEMANDA INSTALADA.....   | 113 |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO 6 – DIAGRAMA UNIFILAR FÁBRICA DE HELADOS KEDELY                                       | 116 |
| ANEXO 7 – CONSUMO DE PORTADORES ENERGÉTICOS EMPRESA KEDELY.....                             | 118 |
| ANEXO 8 – CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA kWh Y PRODUCCIÓN AÑO 2014 Y 2015. ....               | 120 |
| ANEXO 9 – MEDICIONES UTILIZANDO ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA FLUKE 435B Series II ..... | 122 |
| ANEXO 10 – TABLA SELECCIÓN DE CONDUCTORES .....   | 128 |
| ANEXO 11 – TABLA DE EQUIVALENCIAS PESO-VOLUMEN DE GASES .....                               | 130 |
| ANEXO 12 – VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS Y PROPUESTA.....                                      | 132 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>CUADROS</b>   | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Cuadro N° 1: Límites usados en la norma EN-50160 .....                       | 28          |
| Cuadro N° 2: Límites en las variaciones de corta y larga duración. ....      | 30          |
| Cuadro N° 3: Distorsión de armónicos de voltaje .....                        | 32          |
| Cuadro N° 4: Distorsión de armónicos de voltaje para sistemas de 120V a 69kV | 32          |
| Cuadro N° 5: Técnicas e instrumentos de medición. ....                       | 36          |
| Cuadro N° 6: Matriz Operacionalización de las variables .....                | 36          |
| Cuadro N° 7: Características de medición de equipos Fluke .....              | 39          |
| Cuadro N° 8: Datos del transformador 6.3kV a 220V de 50kVA.....              | 45          |
| Cuadro N° 9: Mediciones de un día con carga máxima .....                     | 60          |
| Cuadro N° 10: Análisis de conductores circuitos principales .....            | 69          |
| Cuadro N° 11: Capacidad del transformador 6,3kV a 220V trifásico de 50kVA .  | 70          |
| Cuadro N° 12: Potencia y pérdidas en el sistema.....                         | 71          |
| Cuadro N° 13: Carga en los cables eléctricos .....                           | 72          |
| Cuadro N° 14: Desbalance de corriente en circuitos principales .....         | 75          |
| Cuadro N° 15: Ahorros en cables sobredimensionados .....                     | 82          |
| Cuadro N° 16: Descripción de la carga en cables eléctricos .....             | 83          |
| Cuadro N° 17: Ahorros en mantenimiento cuartos fríos .....                   | 86          |
| Cuadro N° 18: Programa de Mantenimiento .....                                | 89          |

|   |    |
|---|----|
| Cuadro N° 19: Ahorro energético anual en kWh y USD .....                      | 90 |
| Cuadro N° 20: Materiales y/o Servicios para implementar plan de mejoras ..... | 91 |
| Cuadro N° 21: Cálculos del VAN y TIR.....                                     | 93 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

| <b>GRÁFICOS</b>  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Gráfico N° 1: Matriz Causa - Efecto .....  | 6           |
| Gráfico N° 2: Esquema de un Sistema de Gestión que incluye un Sistema de Gestión Energética .....  | 15          |
| El enfoque de la norma ISO50001 (Ver Gráfico N° 3), se puede resumir en los siguientes pasos:..... | 16          |
| Gráfico N° 3: Modelo del Sistema de Gestión de la Energía ISO50001 .....                           | 17          |
| Gráfico N° 4: Compensación del factor de potencia.....   | 20          |
| Gráfico N° 5: Compensación Individual .....  | 21          |
| Gráfico N° 6: Compensación Grupal .....  | 22          |
| Gráfico N° 7: Compensación Grupal .....  | 22          |
| Gráfico N° 8: Características de una caída de voltaje .....  | 24          |
| Gráfico N° 9: Característica de una interrupción de voltaje.....                                   | 25          |
| Gráfico N° 10: Características de un cambio rápido de voltaje .....                                | 26          |
| Gráfico N° 11: Analizador Fluke 435B Series II .....   | 38          |
| Gráfico N° 12: Software EasyPower 9.7 .....  | 40          |
| Gráfico N° 13: Organigrama estructural de la empresa Helados Kedely.....                           | 43          |
| Gráfico N° 14: Exterior fábrica de helados Kedely.....   | 45          |
| Gráfico N° 15: Diagrama de Pareto portadores energéticos año 2014.....                             | 48          |
| Gráfico N° 16: Diagrama de Pareto portadores energéticos año 2015.....                             | 48          |

|  |    |
|--|----|
| Gráfico N° 17: Estructura de consumo de energía por equipos .....                          | 49 |
| Gráfico N° 18: Control de Consumo de Energía.....  | 50 |
| Gráfico N° 19: Control del Índice de Consumo .....   | 51 |
| Gráfico N° 20: Energía y Producción.....   | 52 |
| Gráfico N° 21: Diagrama de Dispersión kWh vs Producción.....                               | 53 |
| Gráfico N° 22: Índice de Consumo vs Producción .....                                       | 54 |
| Gráfico N° 23: Tendencia del Consumo Acumulada CUSUM.....                                  | 55 |
| Gráfico N° 24: Diagrama unifilar empresa Kedely .....                                      | 58 |
| Gráfico N° 25 Medición de Potencia y Energía .....   | 61 |
| Gráfico N° 26: Software Power Log 5.1 .....  | 61 |
| Gráfico N° 27: Voltaje en panel principal.....   | 62 |
| Gráfico N° 28: Corriente en panel principal.....   | 63 |
| Gráfico N° 29 Valores de Voltaje, Amperios y Hz. ....                                      | 63 |
| Gráfico N° 30: Fluctuaciones de Voltaje y Corriente .....                                  | 64 |
| Gráfico N° 31: Armónicos de Voltaje.....   | 65 |
| Gráfico N° 32: Armónicos de Corriente.....   | 66 |
| Gráfico N° 33: Potencia kW y kVA .....   | 67 |
| Gráfico N° 34: Calculadora de pérdidas de energía .....                                    | 68 |
| Gráfico N° 35: Simulación de flujos de carga antes de la implementación eléctrica<br>..... | 71 |

|  |    |
|--|----|
| Gráfico N° 36: Instalaciones eléctricas sin puesta a tierra .....        | 73 |
| Gráfico N° 37: Sobrecalentamiento de terminales .....                    | 74 |
| Gráfico N° 38: Cámaras de refrigeración con falta de mantenimiento ..... | 74 |
| Gráfico N° 39: Simulación con las mejoras en cables eléctricos .....     | 83 |
| Gráfico N° 40: Distribución de carga 1er piso .....                      | 84 |
| Gráfico N° 41: Distribución de carga 2do y 3er piso .....                | 85 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

| <b>ECUACIONES</b>   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Ecuación N° 1: Factor de Potencia.....  | 19          |
| Ecuación N° 2: Índice de nivel de voltaje .....                                     | 23          |
| Ecuación N° 3: Distorsión total de Voltaje THD .....                                | 26          |
| Ecuación N° 4: Dispersión kWh vs Producción.....                                    | 52          |
| Ecuación N° 5: Comportamiento del consumo de energía Enero 2014-Diciembre 2015..... | 53          |
| Ecuación N° 6: Resistencia de conductores. ....                                     | 81          |
| Ecuación N° 7: Potencia Pérdida en cables eléctricos.....                           | 82          |
| Ecuación 8 Período de Recuperación.....   | 90          |
| Ecuación N° 9: Cálculo de Valor Actual Neto (VAN). ....                             | 92          |
| Ecuación N° 10: Tasa Interna de Retorno TIR.....                                    | 93          |

## INTRODUCCIÓN

La empresa de fabricación de helados Kedely está ubicada en la ciudad de Quito en el sector de Los dos puentes en las calles O'Leary y Gral. Miller, esta empresa cuenta con equipos como son: cuartos fríos, congeladores, sistemas de pasteurización, mezcladores, calentadores de agua, iluminación, entre otros los cuales generan el consumo de energía eléctrica.

El objetivo del tema de investigación consiste en diseñar un Plan de Mejoras en la Gestión Energética en la empresa Kedely durante el año 2015, el cual ayudará a reducir el consumo de energía eléctrica aplicando para ello el modelo de gestión energética ISO50001.

Al ser Kedely una empresa en continuo crecimiento, siempre está en búsqueda de mejorar sus procesos y sistemas, a través del plan de mejoras en la gestión energética brindamos un aporte para mejorar la competitividad de la empresa.

A continuación se analizan los elementos de diseño de la investigación, situación problemática, objeto y problema de investigación, campo de acción y objetivo general, hipótesis, sistema de objetivos específicos, visión epistemológica, los paradigmas, el alcance de la investigación, así como una breve estructura de los capítulos del proyecto de investigación y del contenido de cada uno de ellos.

### **Situación problemática**

La necesidad de realizar acciones dirigidas hacia el ahorro del consumo de energía eléctrica, nos llevó a plantear la realización de un plan de mejoras en la Gestión Energética para el portador eléctrico en la empresa de fabricación de helados Kedely ubicada en la ciudad del Quito, motivo por el cual se inicia con el

diagnóstico del consumo de energía eléctrica para determinar las áreas en donde encontraremos oportunidades de mejoras.

En el mundo actualmente varios son los factores que influyen en el diseño de los planes de mejoras en la Gestión Energética, desde la Gerencia de Compras se debe dar prioridad a equipos que cuenten con una alta eficiencia energética, políticas claras de impulso a los programas de capacitación de personal en el tema de ahorro energético, auditorías energéticas para de esta manera realizar un levantamiento de la información de consumo de energía eléctrica dentro de la organización, planes de mantenimiento que cumplan con requisitos mínimos que aseguren que los equipos trabajen dentro de los parámetros óptimos contribuyendo a su consumo ideal. Siguiendo un sistema de Planificación – Evaluación - Verificación – Actuación (PHVA).

En América Latina, los programas de eficiencia energética no poseen un soporte gubernamental continuo, la región requiere cada vez más energía eléctrica, pero no sabemos o no se provee de políticas que impulsen el desarrollo de propuestas de mejoras en el consumo energético.

En Ecuador, el ahorro de energía eléctrica, viene enmarcado en políticas de estado, donde se valora o se retribuye el ahorro energético en medidas como el subsidio para consumos inferiores a 110kWh a la Sierra y 130 kWh en la Costa dentro de un componente denominado la tarifa de la dignidad, al sobrepasar estos límites determinados se aplica un subsidio cruzado en favor de aquellos que consumen menos. Otras políticas adoptadas por el régimen ecuatoriano es el programa de cambio de refrigeradoras usadas, se solicita mediante un formulario para cambio y luego de lo cual se paga un valor por dicha refrigeradora a través de la planilla de energía eléctrica. El programa de eficiencia energética o conocido como Programa de Cocción Eficiente (PEC) lanzado para sustituir el Gas Licuado de Petróleo (GLP) por cocinas de inducción, así como sustitución de calefones de GLP a calefones eléctricos viene a ser parte del cambio de la matriz energética el cual está habilitado desde el 18 de agosto del 2014.

En la empresa de helados KEDELY se utiliza la energía eléctrica en los equipos para la fabricación como el almacenamiento del producto. Estos procesos poseen una baja gestión energética para el portador eléctrico y esto se ve reflejado directamente en el consumo de energía eléctrica, motivo por el cual encontramos la necesidad de realizar un diagnóstico sobre el consumo de la energía eléctrica y buscar soluciones para reducir el consumo de energía eléctrica que a su vez se reflejará en una reducción de costos por concepto de pago a la empresa de distribución de energía eléctrica y mejoras ambientales al optimizar la energía.

### **Justificación de la investigación**

La empresa de fabricación de helados Kedely, al ser una empresa artesanal con el afán de seguir creciendo, vio con agrado el contribuir en todo lo necesario para realizar el presente trabajo en el cual mediante un plan de mejoras en la Gestión Energética para el portador eléctrico, encontraremos oportunidades de mejoras en el consumo de energía eléctrica de la planta de helados. Así se fomenta la incursión de la eficiencia energética dentro de las microempresas y proveemos de un valor agregado como es el de tener una empresa eficiente en términos energéticos que se verá reflejado en una disminución del consumo de energía eléctrica y por ende en el valor a pagar por concepto de este servicio.

La factibilidad económica del proyecto se reflejará en indicadores financieros.

### **Objeto y problema de la investigación**

El objeto de estudio de la investigación es LA GESTIÓN ENERGÉTICA UTILIZADA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY.

¿Cómo incide un PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO en el CONSUMO DE ENERGÍA

ELÉCTRICA, en la Empresa de fabricación de helados Kedely de la ciudad de Quito, durante el año 2015?

### **Campo de acción y objetivo general de la investigación**

El campo de acción de la investigación se enmarca en la línea de Eficiencia de la Energía Eléctrica y protección ambiental en el sector Industrial y los Servicios.

EL objetivo general es:

- Diagnosticar el consumo de Energía Eléctrica en la empresa de fabricación de helados Kedely de la ciudad de Quito, durante el año 2015.

### **Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación**

Mediante el mejoramiento de la Gestión Energética para el portador eléctrico, basado en el modelo de gestión energética ISO50001, permitirá reducir el consumo de energía eléctrica en la empresa de fabricación de helados Kedely de la ciudad de Quito.

### **Sistema de objetivos específicos**

- 1.- Evaluar información actual sobre las investigaciones referentes a los planes de mejoras en la gestión energética.
- 2.- Diagnosticar la situación energética actual de la empresa de fabricación de helados Kedely.
- 3.- Realizar mediciones del consumo de energía eléctrica que se generan en la empresa de fabricación de helados Kedely.
- 4.- Analizar los resultados obtenidos en las mediciones.

5.- Estructurar un Plan de Mejoras en la Gestión Energética para el portador eléctrico.

6.- Evaluar económicamente la propuesta.

### **Paradigmas que asume la investigación.**

La presente investigación es del tipo Positivista, ya que este paradigma pone mayor atención a los hechos observables y medibles, la auditoría energética es la herramienta utilizada para obtener información útil la cual ayudará en el plan de mejoras de la gestión energética para el portador eléctrico.

### **Alcance de la investigación según la acción del proceso creativo enunciada en el objetivo**

El diagnóstico de consumo de energía eléctrica se realiza en la empresa de fabricación de helados Kedely ubicada en la ciudad de Quito en el año 2015. Se realiza un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica.

En este contexto, el documento está compuesto por cuatro capítulos, de los cuales el primero capítulo abarca el marco teórico y contextual, el segundo capítulo se centra en la metodología utilizada en la investigación, mientras que el tercero capítulo se enfoca en la toma de datos para su análisis e interpretación de resultados, para finalmente pasar al cuarto capítulo en donde se expone la realización de la propuesta como es el Plan de Mejoras en la Gestión Energética para el portador eléctrico.

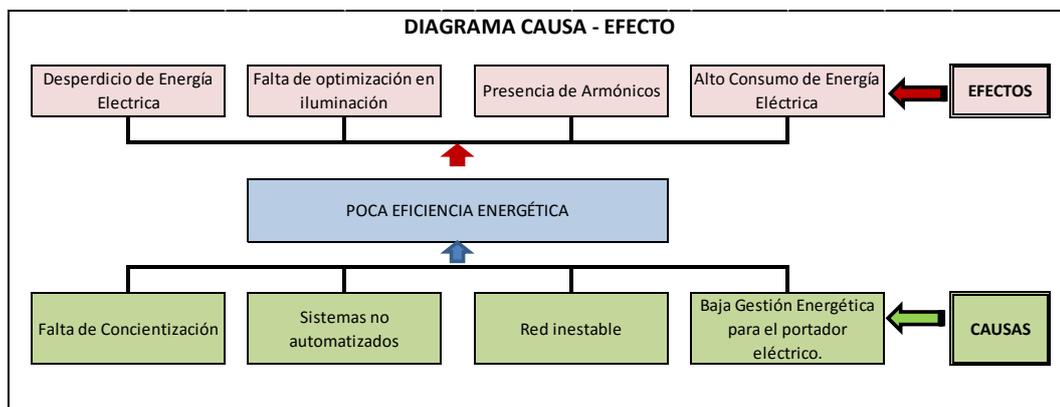
# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

El presente capítulo contiene los fundamentos teóricos necesarios para poner en marcha el plan de mejoras y a su vez reducir el consumo de energía eléctrica en la fábrica de helados Kedely como contenido se expone la caracterización detallada del objeto de estudio, antecedentes de la investigación, fundamentación teórica, marco legal, se fundamenta y justifica la investigación así como las bases teóricas particulares utilizadas en esta investigación.

### 1.1 Caracterización detallada del objeto

El presente trabajo se basa en el diagnóstico del consumo del portador eléctrico que actualmente posee la empresa de fabricación de helados Kedely, debido al uso de los equipos necesarios para la fabricación y almacenamiento de los productos como es el caso de los helados.



**Gráfico N° 1: Matriz Causa - Efecto**

**Fuente:** Antonio Flores

En base a la matriz causa- efecto del Gráfico N° 1, podemos ver las causas que influyen en una baja eficiencia energética.

- La falta de concientización hacia los trabajadores sobre la importancia del ahorro de energía eléctrica y sus beneficios a la sociedad en general.
- No poseer sistemas automatizados dependiendo del área de trabajo puede influir en un desperdicio de la energía eléctrica, en máquinas y/o equipos que trabajen de manera discontinua se puede aplicar mecanismos de automatización y así optimizar su uso y mejorar su eficiencia energética.
- Una red inestable producto de las cargas inductivas dentro de la empresa influyen en la eficiencia energética.
- La baja gestión energética para el portador eléctrico, utilizando la metodología ISO50001, permitirá determinar oportunidades de mejoras para reducir el consumo de energía eléctrica.

Las causas descritas anteriormente llevan a determinar los siguientes efectos

- El desperdicio de energía eléctrica, al no ser conscientes de los beneficios de un proceso de ahorro de energía eléctrica.
- La falta de automatización en la iluminación, para áreas de trabajo las cuales no tengan mucho uso, ayudará a mejorar la eficiencia energética.
- Presencia de armónicos productos de una red inestable que generen un consumo de energía eléctrica es un efecto de una red inestable.
- Alto consumo de energía eléctrica, debido al no manejo de una buena gestión energética para el portador eléctrico, se desconoce el estado energético actual y por ende no hay una manera de determinar una proyección a futuro para reducción de consumo energético.

De esta manera podemos observar que una baja gestión energética para el portador eléctrico, en la empresa de fabricación de helados Kedely, refleja un alto consumo de energía eléctrica dentro de lo cual se realizó un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico con el objetivo de reducir el consumo energético dentro de las instalaciones.

## **1.2 Marco Teórico de la Investigación**

### **1.2.1 Antecedentes de la Investigación.**

En la revisión de información relacionada al tema de investigación, observamos la creación el día 28 de Junio del 2013 del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, entidad adscrita al MEER Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, el cual brindará soporte a proyectos y estudios en el campo energético. También se puede observar que hay tesis como las de Jesús Hernandez, Franklin Melo, Oscar Lara y Rodrigo de Marcos quienes muestran propuestas para la optimización de la energía eléctrica.

**En la Investigación: Diseño de un plan de mejoras para reducir las pérdidas de energía eléctrica y el ahorro del portador de electricidad en la fábrica de cereales “La Pradera” en la Parroquia Belisario Quevedo en la Provincia de Cotopaxi en el año 2013, del autor LARA Oscar (2013)**, el autor realiza la investigación con el objetivo de evaluar la eficiencia energética, el análisis de consumo de electricidad y establecer una propuesta para el uso racional de la energía eléctrica a través de un plan de mejoras que reduzca las pérdidas de energía, determinó también los niveles de consumo de energía eléctrica con mediciones y levantamiento de carga, con las acciones que se proponen se ahorra un 16 % de la factura eléctrica mensual.

## **El cambio en el uso de la energía, clave para la recuperación de la industria española**

La gestión energética y los servicios energéticos van a ser decisivos en cualquier esfuerzo de reindustrialización. El número de grandes empresas que deberán realizar auditoría energética son 3.782, de las que 931 corresponden a la industria. Según datos de la asociación empresarial A3e, tan solo 180 tienen el certificado ISO50001.

Hacer viables las empresas industriales requiere una visión de largo plazo que incluya la estrecha relación que existe entre la eficiencia energética y cualquier proyecto de reindustrialización. (<http://www.energias-renovables.com/articulo/puede-la-termosolar-abaratar-los-procesos-20160112-1>).

## **GM OBB primera empresa del Ecuador en obtener la certificación ISO50001**

Recibir la certificación ISO50001:2001 es resultado del compromiso de GM OBB con el desarrollo del Ecuador, que a través de un gran trabajo en equipo liderado por el área de Manufactura, durante casi un año ha obtenido este importante logro que nos permitirá mantener sistemas de gestión de energía altamente eficientes y reafirmar de esta manera el compromiso de convertirnos en una compañía que continúe siendo protagonista del cambio de matriz productiva a través del desarrollo industrial sostenible del Ecuador. (<http://www.acelerando.com.ec/industria/empresa/485-gm-obb-del-ecuador-recibe-certificacion-internacional>).

## **INEN participa en la presentación del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables**

El día jueves 28 de Junio del 2013 se llevó a cabo el lanzamiento del INER, Instituto de Eficiencia Energética y energías Renovables, entidad adscrita al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

El principal objetivo de esta reunión fue coordinar acciones con universidades y varias instituciones que aporten a la investigación de nuevos métodos, tecnología, proyectos y estudios alrededor del campo energético sustentable, respetuoso y sostenible. (<http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/INEN-INEEER.pdf>).

Existen 6 normas con las que el INEN trabaja en temas de energía, estas son:

NTE INEN 2495 Eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico. Requisitos

NTE INEN 2498 Eficiencia energética en motores eléctricos estacionarios. Requisitos

NTE INEN 2506 Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos

NTE INEN 2511 Eficiencia energética en cámaras de refrigeración instada en vehículos automotores. Requisitos

NTE INEN 2567 Eficiencia energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos.

NTE INEN ISO50001 Sistema de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso.

### **En la Investigación: Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa, del autor**

**HERNANDEZ Jesús (2005)**, el autor presenta el diagnóstico energético, nivel I, realizado en las instalaciones de una institución educativa, el cual incluye el análisis de facturación histórica, la situación energética actual, la identificación de áreas de oportunidad para el uso eficiente de energía eléctrica y la presentación

de las principales propuestas de ahorro de energía. Dentro de las alternativas más viables para dicha empresa se presentan la sustitución de equipo de iluminación actual por equipo más eficiente, la eliminación del horario punta en el periodo de verano y el movimiento de 10 días hábiles de agosto a diciembre. Se reserva el estudio de los sistemas de acondicionamiento de aire para estudios posteriores.

En esta investigación se aborda maneras de ahorro de energía eléctrica, a través de las mejoras en equipos como son los equipos de iluminación con mejor eficiencia, también aborda temas como el cambio de horario de trabajo, dejando a un lado los sistemas de aires acondicionados, en la investigación haremos énfasis en los equipos que consumen energía eléctrica con el fin de buscar una manera de reducirlos con el empleo de un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico.

**En la tesis: Diagnóstico energético en el edificio principal de la empresa Eléctrica Quito, del autor MELO Frankli (2007).** Pensando en que la energía eléctrica es el motor de la civilización actual, no hay conciencia de su importancia. El consumo de energía debe ser suficiente para satisfacer todas las necesidades de las personas y procesos; pero con la mayor eficiencia posible. En este marco se presenta este proyecto que tiene el objetivo de disminuir los consumos y demandas de un edificio público en particular, igualando o elevando el servicio final de los sistemas y equipos eléctricos ineficientes. El diagnóstico comienza obteniendo la información; luego, se realizan las mediciones eléctricas para verificar la información anterior y se encuentran los valores de las variables eléctricas para analizar las eficiencias y verificar la calidad de la energía eléctrica. Se proponen las medidas de eficiencia para reducir los consumos representativos y se presentan recomendaciones claves para asegurar el buen desempeño de los equipos eléctricos y de las instalaciones eléctricas a través del mantenimiento. Se evalúan los ahorros de energía de las medidas de eficiencia y se escogen las alternativas mediante factores económicos que dictan su aplicación final. Para el

Edificio "Las Casas" es recomendable poner en práctica las medidas de ahorro para el sistema de iluminación que es el mayor consumo de energía. Es necesario comprender el verdadero valor de ahorrar energía no sólo por los beneficios económicos; sino también para la conservación del medio ambiente y, en el caso de nuestro país, para evitar racionamientos.

En la anterior tesis se toma encuenta la importancia de valorar el consumo de energía eléctrica y sus implicaciones para el medio ambiente dentro de las instalaciones de la empresa de energía eléctrica de la ciudad de Quito.

**En la tesis: SISTEMA DOMÓTICO PARA UNA CASA INTELIGENTE.**

**del autor De Marcos, Rodrigo (2013)**, Desde mediados del siglo XX se han organizado varias exhibiciones para enseñarnos ideas de cómo las casas aparentarían y cómo funcionarían en un futuro lejano. La gente se imaginaba cómo se podría hacer más cómoda la estancia en casa, cómo se facilitarían las tareas domésticas, etc. Después de la aparición de dispositivos electrónicos inteligentes como el ordenador fue surgiendo el concepto de la automatización del hogar: la domótica.

Este concepto se refiere a la automatización y control (encendido, apagado, apertura, cierre y regulación) de aparatos y sistemas de instalaciones eléctricas y electrotécnicas (iluminación, climatización, persianas y toldos, puertas y ventanas motorizadas, el riego, etc.) de forma centralizada y/o remota. El objetivo principal del uso de la domótica es el aumento del confort, el ahorro energético y la seguridad del hogar.

Sin embargo, llevar a cabo la automatización de un hogar no es tarea fácil. Es un sistema complejo con una gran variedad de elementos conectados entre sí. Es imprescindible una organización rigurosa del sistema para que en su conjunto pueda funcionar correctamente. Se deben definir unas reglas de automatización y de comunicación de manera que los dispositivos de percepción (sensores) comuniquen el estado actual de varios aspectos de la casa a los dispositivos que se encargan de cambiar estos aspectos (actuadores) para poder llevar a cabo el

objetivo principal de la domótica. Además, debe haber una interfaz para que el usuario pueda personalizar el sistema inteligente a su antojo, como por ejemplo la temperatura en una habitación.

Hace relación a los sistemas dentro del hogar la manera de controlarlos y da una breve descripción de cómo ha ido evolucionando los sistemas automatizados dentro de los sistemas de iluminación y confort dentro de los espacios habitables

### **1.2.2 Fundamentación teórica.**

En el mundo actual la demanda por mayor energía para los procesos productivos es cada vez mayor por lo que se debe buscar las alternativas para usar de manera adecuada la energía, realizando una concientización de la importancia del ahorro energético y así llegar a una cultura energética que permita ser eficientes en materia energética. Para ello se mencionan aspectos los cuales dieron la pauta para la investigación.

#### **1.2.2.1 Diagnostico energético.**

El objetivo de un diagnóstico energético es determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Consiste en el análisis y estudio de todas las formas y fuentes de energía que se utilizan. Este análisis se hace de manera crítica en la instalación consumidora de energía y se establece el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro de Energía.

El estudio determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada así como los sistemas y programas a realizar para elevar la eficiencia del uso de energía del inmueble. El diagnóstico da la información apropiada para establecer los planes y procedimientos adecuados para lograr las metas de ahorro y eficiencia. Las empresas que deseen ser competitivas en este

mundo globalizado deberán establecer programas de ahorro y eficiencia de energía.

El enfoque es saber y entender en donde se utiliza la energía eléctrica de una empresa y proponer las medidas necesarias para ahorrar y hacer un uso eficiente y seguro de la energía eléctrica.

El objetivo final es la identificación de medidas técnicas y administrativas que sean rentables para el ahorro de energía eléctrica en toda la empresa.

Competitividad, menores costos, mayor eficiencia, seguridad y medio ambiente son algunos de los principales temas en las empresas actualmente. Para lograrlo es necesario hacer uso de las nuevas tecnologías. La competencia entre empresas y países es cada vez más compleja, y será cada vez más difícil a medida de que pase el tiempo. Está demostrado que el ahorro y la eficiencia energética representa uno de los factores más importantes en el proceso productivo y de ventas.

#### **1.2.2.2 Sistema de Gestión Energética.**

Un Sistema de Gestión Energética está directamente vinculado al sistema de gestión de calidad y al sistema de gestión ambiental de una organización como se observa en el Gráfico N° 2. En un Sistema de Gestión Energética se contempla la política de la entidad sobre el uso de la energía y cómo van a ser gestionados las actividades, productos y servicios que interactúan con este uso, normalmente bajo un efecto de sostenibilidad y eficiencia energética, ya que el sistema permite realizar mejoras sistemáticas del rendimiento energético.

Es importante destacar que un Sistema de Gestión Energético no está orientado necesariamente a grandes empresas, sino que puede ser adoptado por cualquier tipo de organización, independientemente de su sector de actividad o tamaño.



**Gráfico N° 2: Esquema de un Sistema de Gestión que incluye un Sistema de Gestión Energética**

**Fuente:** <http://www.ingesol.net/web/es/energia.html#> Instituto Tecnológico de la Energía ITE, España

### **1.2.2.3 Norma ISO50001**

En el año 2011 la Organización Internacional de Normalización por sus siglas en inglés ISO presenta la norma ISO50001 sobre los sistemas de gestión de energía se puede observar en el Gráfico 3 el modelo del sistema de gestión ISO50001, esta normativa proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los diferentes sectores sean privados como públicos, en los procesos de manufactura o servicios alrededor del mundo.

## **Gana el desafío de la energía con ISO50001**

La energía es fundamental para las operaciones de una organización y puede representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad.

ISO50001 se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía. ([http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf)).

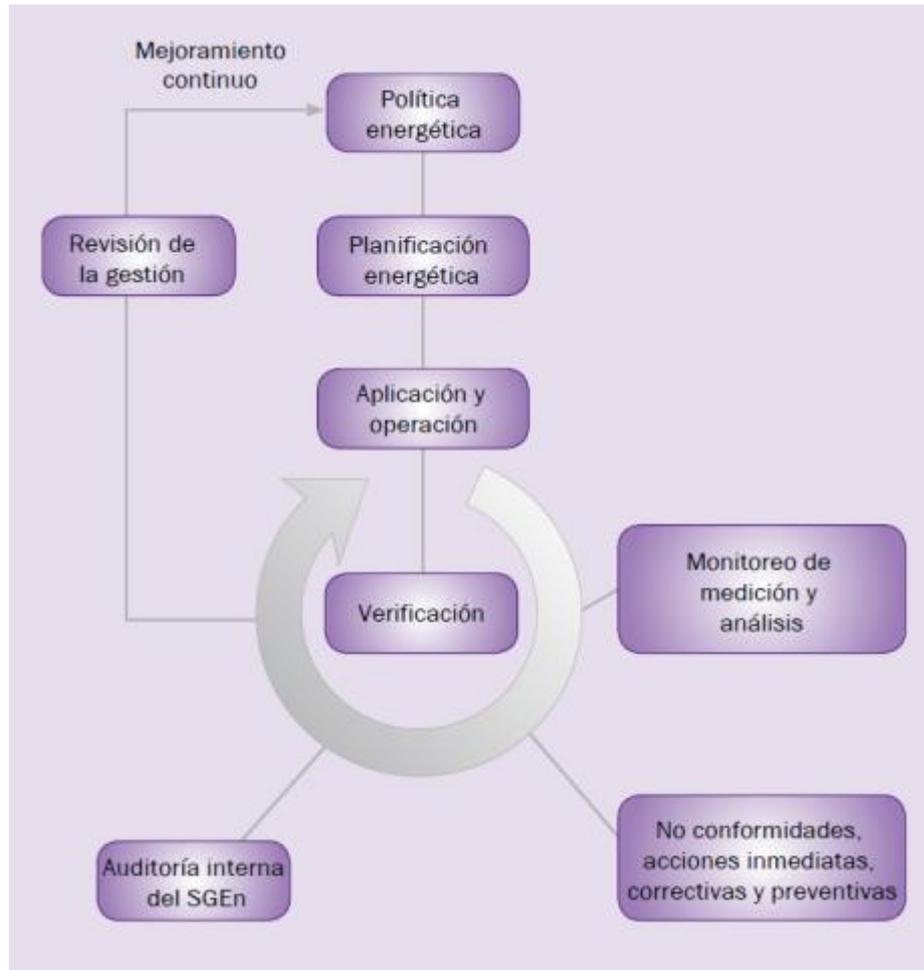
El enfoque de la norma ISO50001 (Ver Gráfico N° 3), se puede resumir en los siguientes pasos:

**Planificar.-** Realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético, objetivos, metas y planes de acciones necesarios para conseguir resultados de acuerdo a las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política energética de la organización.

**Hacer.-** Poner en práctica los planes de acción de la gestión energética.

**Verificar.-** Monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.

**Actuar.-** Tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGE.



**Gráfico N° 4: Modelo del Sistema de Gestión de la Energía ISO50001**

**Fuente:** [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf) ISO Organización Internacional de Normalización.

### 1.2.3 Marco Legal

En la Constitución de la República del Ecuador, en la sección séptima en el Capítulo segundo que trata sobre la Biodiversidad y recursos naturales podemos ver en el artículo 413 de la sección 7 Biosfera, ecología urbana y energías alternativas, en donde el estado promoverá la eficiencia energética.

**Art 413.-** El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

### **1.3 Fundamentación de la investigación.**

La utilización de la energía eléctrica como fuente de energía en los procesos de fabricación y almacenamiento de los helados en la empresa Kedely, a través de las máquinas de helados, congeladores, cuartos fríos, equipos de pasteurización, desinfección, iluminación y otros equipos necesarios, y al no tener un plan de mejoras en la gestión de energética llevan a tener un consumo de energía excesivo y de esta manera tener operaciones ineficientes en términos de gestión energética.

Los datos obtenidos de este diagnóstico sirven de pauta para la creación de un plan de mejoras en la gestión energética en la empresa Kedely, de esta manera reduciremos el consumo de energía eléctrica.

### **1.4 Bases teóricas particulares de la investigación.**

Las siguientes son las bases teóricas que sustentan la investigación.

#### **1.4.1 Factor de Potencia**

- El factor de potencia se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente. (Ver Ecuación N° 1).

### **Ecuación N° 1: Factor de Potencia**

$$FP = \frac{P}{S} \quad (1)$$

Dónde:

P = Potencia Real (W)

S = Potencia Aparente (VA)

Para producir un trabajo, las cargas eléctricas requieren de un consumo de energía, cuando la mayoría de cargas son inductivas el valor del ángulo aumenta y por ende el factor de potencia disminuye.

Los mayores problemas al tener un bajo factor de potencia se asocian a:

- Aumento de la pérdidas en los conductores
- Mayor consumo de corriente eléctrica
- Sobrecarga de transformadores, generadores, líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.

Estos a su vez se ven reflejados en problemas de tipo económico al incrementarse la facturación de energía eléctrica por un mayor consumo de corriente, también de ser el caso puede recibir penalizaciones por parte de la empresa que suministra la energía eléctrica cuando el factor de potencia es muy bajo.

#### **1.4.2 Modos de compensación del factor de potencia.**

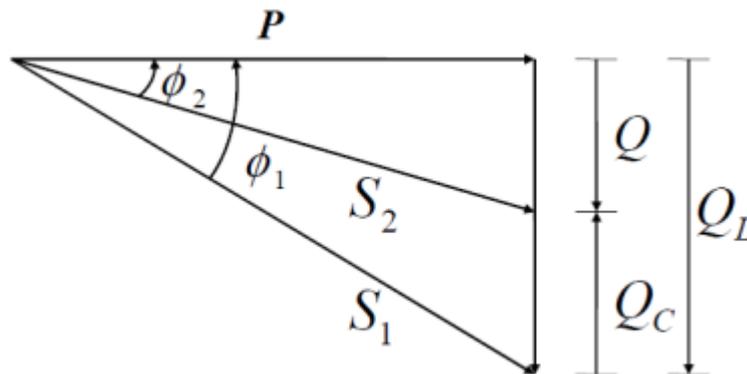
Existen 3 tipos de compensaciones para mejorar el factor de potencia. Antes de hablar de cada una de ellas, se debe tener en cuenta las ventajas que tiene aumentar el factor de potencia, teniendo en cuenta que el valor ideal sería 1.

Las ventajas que tendríamos serían las siguientes:

- Disminución de las pérdidas en los conductores.
- Reducción de las caídas de voltaje.
- Aumento de la disponibilidad de potencia en el transformador, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Reducción de los costos por facturación del suministro eléctrico.
- La correspondiente eliminación o evitar el cargo por bajo factor de potencia.

Las cargas de tipo inductivo requieren potencia reactiva para su funcionamiento, esta demanda de reactivos se puede reducir e incluso anular si se aplica una carga capacitiva (capacitores) en paralelo con la carga.

De esta manera se mejora el factor de potencia.



**Gráfico N° 5: Compensación del factor de potencia.**

**Fuente:** <http://potenciaelectricamariosc.blogspot.com/2012/05/potencia-electrica-objetivo-dar-conocer.html>

En el Gráfico N° 4 se observa:

$Q_L$  , es la demanda de reactivos de un motor y  $S_1$  la potencia aparente correspondiente.

$Q_C$ , es el suministro de reactivos del capacitor de compensación. La compensación de reactivos no afecta al consumo de potencia activa, por lo que  $P$  es constante.

Al aplicar el suministro de reactivos la potencia reactiva se reduce de  $S_1$  a  $S_2$ , y por consiguiente el ángulo disminuye y el factor de potencia aumenta, logrando la corrección del factor de potencia.

### **Tipos de compensación**

Los tipos de compensación existentes son individuales, grupales y centrales.

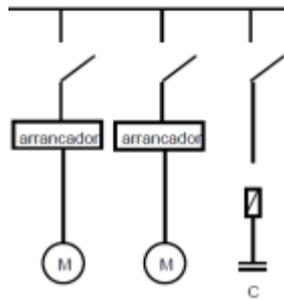
Individual.- En este tipo de compensación los capacitores son colocados en cada carga inductiva como se muestra en el Gráfico N° 5, los capacitores son puestos a servicio siempre que el motor este trabajando. Como desventaja se tiene que el costo de cada capacitor por separados es mucho mayor que un capacitor grupal o centralizado.



**Gráfico N° 6: Compensación Individual**

**Fuente:** Antonio Flores

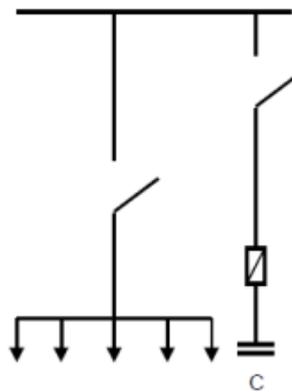
Grupal.- Se utiliza cuando se tiene grupos de cargas inductivas de igual potencia y que trabajan simultáneamente como se muestra en el Gráfico N° 6, la compensación se hace por medio de un banco de capacitores en común. Como desventaja se tiene que la sobrecarga no se reduce en las líneas de alimentación principales.



**Gráfico N° 7: Compensación Grupal**

**Fuente:** Antonio Flores

Central.- Esta es la solución más general para corregir el factor de potencia se instala en la acometida de la instalación como se muestra en el Gráfico N° 7. Como desventaja se requiere un controlador automático en el banco de capacitores para compensar según sean las necesidades.



**Gráfico N° 8: Compensación Grupal**

**Fuente:** Antonio Flores

### 1.4.3 Calidad del suministro de energía

Al hablar de calidad de suministro de energía eléctrica, debemos tener en cuenta que es una responsabilidad compartida entre los usuarios del servicio y la empresa de distribución los cuales deben procurar que la red esté libre de variaciones, perturbación o equipos que generen armónicos o de ser el caso minimizar el efecto de estos dentro de las instalaciones como de la red de suministro.

Los parámetros que se utiliza para medir la calidad de servicio son:

#### Índice Nivel de Voltaje

El índice de nivel de voltaje viene dado por la Ecuación N° 2, que se muestra a continuación.

#### Ecuación N° 2: Índice de nivel de voltaje

$$\Delta V_k(\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

$\Delta V_k$ , es el porcentaje de variación de voltaje en el punto de medida, en un intervalo de medición k.

$V_k$ , es el voltaje eficaz (rms) medido en el intervalo de medición k.

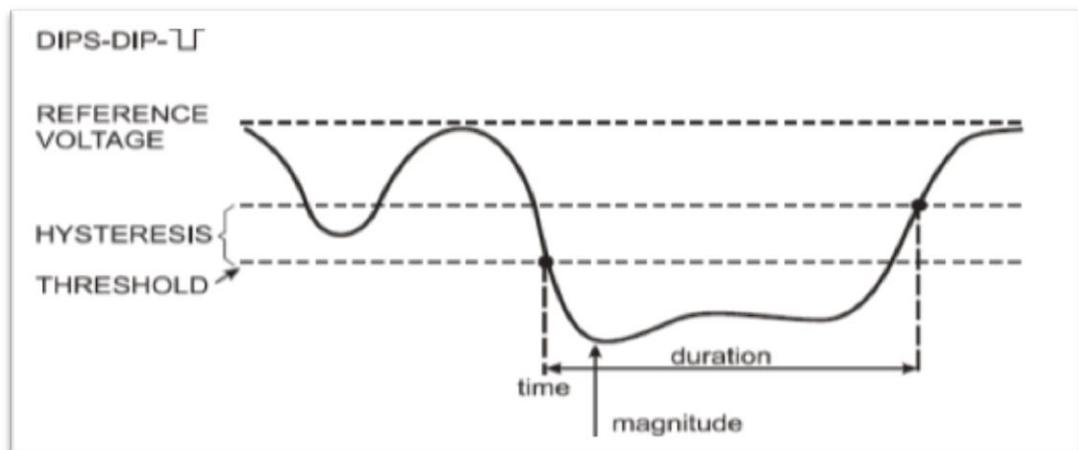
$V_n$ , es el valor nominal en el punto de medición.

## Perturbaciones (Flickers)

Son variaciones sistemáticas de la amplitud de voltaje dentro de un intervalo de 0,9 a 1,1 pu (perceptivity unit). Las fluctuaciones pueden originarse en la generación pero más frecuentemente los que producen estas perturbaciones son las cargas conectadas al sistema eléctrico.

## Fluctuaciones

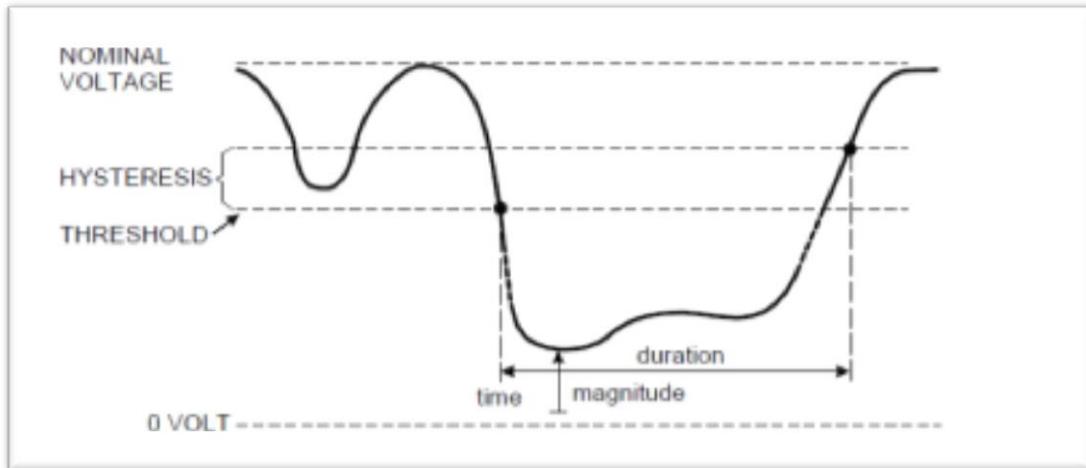
En sistemas trifásicos, se inicia una caída cuando el voltaje en una o más fases desciende por debajo del umbral de caída y finaliza cuando todas las fases son iguales o superiores a la histéresis plus del umbral de caída como se muestra en el Gráfico N° 8. Las condiciones de activación para las caídas y las subidas son el umbral y la histéresis. Las caídas y las subidas se caracterizan por la duración, la magnitud y el tiempo de incidencia..



**Gráfico N° 9: Características de una caída de voltaje**

**Fuente:** [http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II\\_umspa0100.pdf](http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II_umspa0100.pdf)

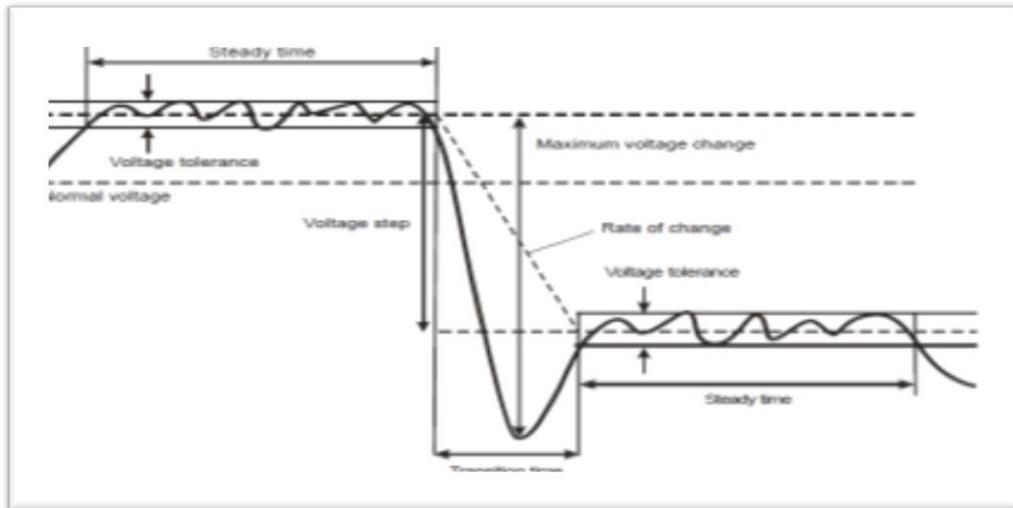
En sistemas trifásicos, se inicia una interrupción cuando el voltaje en todas las fases está por debajo del umbral y finaliza cuando una fase es igual o superior a la histéresis plus del umbral de interrupción como se muestra en el Gráfico N° 9. Las condiciones de activación para las interrupciones son el umbral y la histéresis. Las interrupciones se caracterizan por la duración, la magnitud y el tiempo de incidencia.



**Gráfico N° 10: Característica de una interrupción de voltaje**

**Fuente:** [http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II\\_umspa0100.pdf](http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II_umspa0100.pdf)

Los cambios rápidos de voltaje son transiciones rápidas de voltaje rms entre dos estados estables. Los cambios rápidos de voltaje se capturan según la tolerancia de voltaje estable, el tiempo estable, el intervalo mínimo detectado y la velocidad mínima (%/s). (Ver Gráfico N° 10).



**Gráfico N° 11: Características de un cambio rápido de voltaje**

**Fuente:** [http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II\\_umspa0100.pdf](http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II_umspa0100.pdf)

### Armónicos

Los armónicos producen una serie de efectos negativos como son el aumento de pérdidas en redes y equipos eléctricos, disminución de la vida útil de los equipos, pérdida de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico, el valor está determinado por la Ecuación N° 3.

### Ecuación N° 3: Distorsión total de Voltaje THD

$$THD = \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100 \quad (3)$$

Dónde:

THD, es la distorsión total de voltaje.

$V_i$ , es el valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para  $i=2,3,\dots,40$ ).

$V_n$ , es el valor nominal en el punto de medición.

#### **1.4.4 Normas de calidad de energía eléctrica.**

Al hablar de normas de calidad de energía eléctrica y caracterización de eventos en la voltaje de suministro eléctrico, debemos mencionar la norma europea EN-50160, el estándar IEC 61000-4-30 y el IEEE Estándar 1159-1995 los cuales se describirán brevemente a continuación.

##### **Norma EN-50160**

La norma EN-50160 es la norma básica de calidad de energía eléctrica en la unión europea. En ella se describen las características principales que debe tener el voltaje suministrado por una red de distribución en baja y medio voltaje.

El estándar define los límites para la frecuencia nominal de voltaje, la amplitud de la voltaje, las variaciones de la voltaje, las variaciones rápidas de las voltaje, los huecos de voltaje, las interrupciones breves y largas del suministro, los sobrevoltajes temporales y transitorias, el desequilibrio de la voltaje, los voltajes armónicos e interarmónicos y la transmisión de señales de información por la red, así como los protocolos de medida. (Ver Cuadro N° 1).

De acuerdo con el estándar EN-50160, un hueco de voltaje de alimentación se define de la siguiente forma:

“Disminución brusca de voltaje de alimentación a un valor situado entre el 90% y el 1% de voltaje de alimentación declarada  $V_c$ , seguida del restablecimiento del voltaje después de un corto lapso de tiempo. Por convenio, un hueco de voltaje dura de 10 ms a 1 minuto. La profundidad de un hueco de voltaje se define como la diferencia entre el voltaje eficaz mínima durante el hueco de voltaje y el voltaje declarado. Las variaciones

de voltaje que no reducen el voltaje de alimentación a un valor inferior al 90% del voltaje declarado  $V_c$  no se consideran como huecos de voltaje”.

Una interrupción de la alimentación se define como:

“Condición en que el voltaje en los puntos de suministro es inferior al 1% del voltaje declarada  $V_c$ ”.

Se define como interrupción larga si la duración del evento es mayor a 3 minutos, y se clasifica como breve si su duración es inferior a 3 minutos.

Se define un sobrevoltaje temporal como un sobrevoltaje de duración relativamente larga en un punto determinado y un sobrevoltaje transitorio como un sobrevoltaje oscilatorio o no oscilatorio de corta duración fuertemente amortiguada y que duran algunos milisegundos.

**Cuadro N° 1: Límites usados en la norma EN-50160**

| <i>Evento en la tensión de suministro</i> | <i>Magnitud</i> | <i>Duración</i>                            |
|---|-----------------|--|
| <i>Hueco de tensión</i>                   | 90% < 1%        | 10 ms < 1 minuto                           |
| <i>Bajada de tensión</i>                  | 90% < 1%        | > 1 minuto                                 |
| <i>Interrupción del suministro</i>        | < 1%            | < 3 minutos (breve)<br>> 3 minutos (larga) |
| <i>Sobretensión temporal</i>              | > 110%          | relativamente larga                        |
| <i>Sobretensión transitoria</i>           | > 110%          | algunos milisegundos                       |

**Fuente:** <http://seinonnews.blogspot.com/2011/06/07062011-caso-practico-2-gestion-de.html> Norma EN-50160

### **Estándar IEC 61000-4-30**

El estándar IEC 61000-4-30 define los métodos de medida de los parámetros de la calidad de suministro y el modo de interpretar los resultados. En la norma se indican los métodos de medida sin fijar los límites.

Un hueco de voltaje comienza cuando la magnitud  $V_{rms(1/2)}$  cae por debajo del umbral de detección (0.9 p.u. del voltaje declarado de acuerdo con la norma EN-50160) y termina cuando el valor  $V_{rms(1/2)}$  es igual o superior al umbral de detección más un voltaje de histéresis (esta histéresis es en general igual al 2% del voltaje declarado). En lugar de utilizar un umbral de detección sobre el voltaje declarado, el estándar también establece la posibilidad de emplear un voltaje de referencia deslizante, definida como un valor de voltaje promediado en un intervalo de tiempo especificado, que representa el voltaje que precede al hueco.

El voltaje residual es el menor valor de  $V_{rms(1/2)}$  medido durante el hueco y la profundidad de un hueco de voltaje se define como la diferencia entre el voltaje de referencia y el voltaje residual y en general se expresa en porcentaje del voltaje de referencia. Por su parte, la duración de un hueco de voltaje se define como la diferencia del tiempo entre el inicio y el final del hueco de voltaje

Un sobrevoltaje temporal en el voltaje de suministro comienza cuando la magnitud  $V_{rms(1/2)}$  sobrepasa el umbral de detección (1.1 p.u. del voltaje declarado respectivamente, de acuerdo con la norma EN-50160) y termina cuando el valor  $V_{rms(1/2)}$  es igual o inferior al umbral de detección menos un voltaje de histéresis. También en este caso se puede emplear un voltaje de referencia deslizante en lugar del voltaje declarado como umbral de detección.

Para la evaluación de las interrupciones del voltaje de suministro, se considera que una interrupción comienza cuando el valor  $V_{rms(1/2)}$  cae por debajo del umbral de interrupción de voltaje y termina cuando el valor  $V_{rms(1/2)}$  es igual o superior al umbral de interrupción del voltaje más la histéresis. De acuerdo con la EN-50160 se produce una interrupción cuando el voltaje en los puntos de suministro es inferior al 1% del voltaje declarado. La duración de una interrupción de voltaje es la diferencia entre el comienzo y el final de la interrupción.

## Estándar IEEE 1159-1995

El estándar IEEE 1159-1995 define siete categorías distintas de fenómenos electromagnéticos en las redes eléctricas: transitorios, variaciones de corta duración, variaciones de larga duración, desequilibrio de la voltaje, distorsión de la forma de onda, fluctuaciones de voltaje y variaciones de la frecuencia.

La categoría de variaciones de corta duración comprende los huecos de voltaje, las interrupciones y lo que denomina la antítesis al hueco de voltaje o “swell”. Cada tipo se clasifica en instantáneo, momentáneo o temporal dependiendo de su duración. (Ver Cuadro N° 2).

**Cuadro N° 2: Límites en las variaciones de corta y larga duración.**

| <i>Categorías</i>                        | <i>Duración típica</i> | <i>Magnitud típica de la tensión</i> |
|--|------------------------|--------------------------------------|
| <b>2.0 Variaciones de corta duración</b> |                        |                                      |
| <b>2.1 Instantánea</b>                   |                        |                                      |
| 2.1.1 Hueco                              | 0.5 – 30 ciclos        | 0.1 – 0.9 p.u.                       |
| 2.1.2 Swell                              | 0.5 – 30 ciclos        | 1.1 – 1.8 p.u.                       |
| <b>2.2 Momentánea</b>                    |                        |                                      |
| 2.2.1 Interrupción                       | 0.5 ciclos – 3 s       | < 0.1 p.u.                           |
| 2.2.2 Hueco                              | 30 ciclos – 3 s        | 0.1 – 0.9 p.u.                       |
| 2.2.3 Swell                              | 30 ciclos – 3 s        | 1.1 – 1.4 p.u.                       |
| <b>2.3 Temporal</b>                      |                        |                                      |
| 2.2.1 Interrupción                       | 3 s – 1 min            | < 0.1 p.u.                           |
| 2.2.2 Hueco                              | 3 s – 1 min            | 0.1 – 0.9 p.u.                       |
| 2.2.3 Swell                              | 3 s – 1 min            | 1.1 – 1.2 p.u.                       |
| <b>3.0 Variaciones de larga duración</b> |                        |                                      |
| 3.1 Interrupción sostenida               | > 1 min                | 0.0 p.u.                             |
| 3.2 Bajada de tensión                    | > 1 min                | 0.8 – 0.9 p.u.                       |
| 3.3 Sobretensión                         | > 1 min                | 1.1 – 1.2 p.u.                       |

**Fuente:** <http://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/287/>

hertig\_introduccion\_a\_la\_calidad\_de\_potencia Estándar IEEE 1159-1995

Por último, una interrupción sostenida se define como una disminución hasta cero voltios del voltaje de alimentación por un período superior a un minuto. Este tipo de interrupciones son normalmente permanentes y requieren de intervención manual para la reposición del servicio.

El estándar se subdivide en tres diferentes. El 1159.1 dedicado a la definición de los requisitos del sistema de medida para caracterizar las perturbaciones. El 1159.2 donde se define la forma de convertir los valores muestreados de voltaje y corriente en un conjunto de categorías de power quality, describiendo los atributos de cada categoría y el 1159.3, ya aprobado, donde se define el formato de los datos adecuados para el intercambio de información relacionada con la calidad de la energía eléctrica.

### **Norma IEEE 519 1992**

Esta norma se refiere principalmente con armónicos introducidos por cargas no lineales, con la finalidad de que los problemas de calidad de potencia puedan ser prevenidos. Su cumplimiento está siendo solicitado cada día más debido al crecimiento en la utilización de VDF y otras cargas no lineales.

Además, se define distorsión total e individual de voltaje y corriente. La filosofía adoptada fue restringir la inyección de corrientes armónicas de consumidores individuales para no causar niveles de distorsión de voltaje inaceptables. (Ver Cuadro N° 3 y 4).

**Cuadro N° 3: Distorsión de armónicos de voltaje**

| Voltaje del bus                                      | <i>IHD</i> | <i>THD</i> |
|--|------------|------------|
| $\leq 69 \text{ KV}$                                 | 3.0        | 5.0        |
| $69 \text{ KV} < V_{\text{bus}} \leq 161 \text{ KV}$ | 1.5        | 2.5        |
| $> 161 \text{ KV}$                                   | 1.0        | 1.5        |

**Fuente:** <http://edii.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf> Norma IEE 519

**Cuadro N° 4: Distorsión de armónicos de voltaje para sistemas de 120V a 69kV**

| $I_{CC}/I_L$ | $<11$ | $11 \leq h < 17$<br>7 | $17 \leq h < 23$<br>3 | $23 \leq h < 35$<br>5 | $35 \leq h$ | <i>TDD</i> |
|--------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|------------|
| $<20$        | 4.0   | 2.0                   | 1.5                   | 0.6                   | 0.3         | 5.0        |
| $20 < 50$    | 7.0   | 3.5                   | 2.5                   | 1.0                   | 0.5         | 8.0        |
| $50 < 100$   | 10.0  | 4.5                   | 4.0                   | 1.5                   | 0.7         | 12.0       |
| $100 < 1000$ | 12.0  | 5.5                   | 5.0                   | 2.0                   | 1.0         | 15.0       |
| 0            |       |                       |                       |                       |             |            |
| $>1000$      | 15.0  | 7.0                   | 6.0                   | 2.5                   | 1.4         | 20.0       |

**Fuente:** <http://edii.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf> Norma IEE 519

## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

El presente capítulo abarca la parte metodológica de la investigación, la cual comprende la modalidad de la investigación, el nivel o tipo de investigación, los métodos de investigación y las técnicas e instrumentos de medición utilizados a lo largo de este proyecto.

### **2.1 Modalidad de la Investigación.**

El proyecto abarca varias modalidades de investigación que a continuación se describen.

- **INVESTIGACION DE CAMPO.**

Se realiza el diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la empresa de fabricación de helados KEDELY, adquiriendo de forma directa la información proveniente de las fuentes de consumo de energía eléctrica.

- **INVESTIGACION BIBLIOGRÁFICA.**

Se utiliza en el proceso de investigación del problema para ampliar, profundizar y analizar el conocimiento previo de documentos, libros, revistas científicas con referencia al proceso de consumo energético lo cual servirá para el proyecto.

- **INVESTIGACION EXPERIMENTAL.**

Se realiza la identificación de la variable dependiente como es el bajo consumo de energía eléctrica y la variable independiente la baja gestión energética para el portador eléctrico.

- **PROYECTO FACTIBLE.**

Se realiza un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico, con el propósito de reducir el consumo de energía eléctrica dentro de la fábrica de helados KEDELY.

## **2.2 Nivel o tipo de Investigación.**

El proyecto abarca varios tipos de investigación que a continuación se describen.

- **TIPO DE INVESTIGACION EXPLORATIVO.**

Permite al investigador ponerse en contacto con la realidad, observando los equipos, maquinaria y relacionando su consumo de energía eléctrica.

- **TIPO DE INVESTIGACION CORRELACIONAL.**

Ayuda a asociar la relación entre un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico y el consumo de energía eléctrica.

## **2.3 Métodos de Investigación.**

Método Observación.

Determina la forma de uso de los equipos y su relación con el consumo de energía eléctrica para de esta manera determinar el problema y se habla con el personal para determinar el uso de equipos e instalaciones.

Método Inductivo.

Permite establecer un contexto generalizado de la situación energética y establecer la línea base.

Método Deductivo.

Diagnostica el consumo de energía eléctrica dentro de la empresa KEDELY, de ahí explicamos las implicaciones de este diagnóstico dentro del plan de mejoras gestión energética para el portador eléctrico.

Método Analítico.

Permite analizar las alternativas de mejoras en el consumo de energía eléctrica así como los resultados a obtenerse dentro de esta investigación.

#### **2.4 Técnicas e Instrumentos de medición.**

La investigación abarco las siguientes técnicas.

Observación.- Realizar el levantamiento del uso de los equipos de manera visible para determinar el uso de los mismos y las situaciones donde se pueda aplicar las mejoras.

Medición.- A través de la medición de los parámetros de potencia eléctrica de equipos y consumo de energía eléctrica se determina la relación que tiene un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico con el consumo de energía eléctrica.

Modelación y Simulación.- Mediante esta técnica se realiza la simulación de cargas en el diagrama eléctrico unifilar de la empresa de fabricación de helados Kedely.

La siguiente investigación utilizara los siguientes instrumentos para la recolección de datos. (Ver Cuadro N° 5).

**Cuadro N° 5: Técnicas e instrumentos de medición.**

| <b>TÉCNICAS</b>         | <b>INSTRUMENTOS</b>  |
|-------------------------|--|
| Medición                | Voltímetro Fluke 83, Amperímetro Fluke 337, Medidor de calidad de energía Fluke 435B Series II |
| Cálculo                 | Ley de Ohm, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Real                                  |
| Modelación y Simulación | Software EasyPower 9.7, Hojas de Cálculo.  |

**Fuente:** Antonio Flores

**Cuadro N° 6: Matriz Operacionalización de las variables**

**DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL AÑO 2015. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO**

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**VARIABLE INDEPENDIENTE:**

**Baja Gestión Energética para el portador eléctrico**

| <b>Concepto</b>   | <b>Categoría</b>                    | <b>Indicadores</b>            | <b>Ítem</b>          | <b>Técnicas</b>             | <b>Instrumentos</b>  |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|--|
| La baja gestión energética para el portador eléctrico en la fábrica de helados KEDELY de la ciudad de Quito | Gestión energética                  | Índice de consumo específicos | kW/Unidad producidas | Cálculos                    | Ecuaciones   |
|   | Portador energético                 | Demanda de energía eléctrica  | kW                   | Medición                    | Fluke83, Fluke337, Analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II |
|   | Modelación energética en la fábrica | Flujos de carga               | kW, kVA              | Modelaciones y Simulaciones | Software EasyPower 9.7, Hojas de Cálculos                                |

**VARIABLE DEPENDIENTE:**

**Bajo Consumo de energía eléctrica**

| <b>Concepto</b>   | <b>Categoría</b>                          | <b>Indicadores</b> | <b>Ítem</b> | <b>Técnicas</b> | <b>Instrumentos</b> |
|---|---|--------------------|-------------|-----------------|---------------------|
| Cantidad de energía eléctrica que consume la empresa de fabricación de helados KEDELY | Consumo de energía eléctrica en planta de | Kilovatio-hora     | kWh         | Cálculos        | Ecuaciones          |
|   | Prefactibilidad                           | Costo              | \$          | Cálculos        | Ecuaciones          |

**Fuente:** Antonio Flores

Como se observa en el Cuadro N° 6 tenemos que:

La variable independiente es la baja gestión energética para el portador eléctrico, en esta etapa se utilizó el analizador de calidad de energía marca Fluke 435B, así como elementos de medición de parámetros de corriente. El software utilizado para la modelación de los equipos es EASYPOWER 9.7. Con el cual se realiza la simulación de flujos de carga.

La variable dependiente que es el bajo consumo de energía eléctrica expresado en kWh, así como el costo USD que implica la implementación del plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico.

Para el proceso de interpretación de resultados se utilizó la estadística descriptiva en la cual se presenta los resultados adquiridos, los resultados obtenidos dentro de cuadros, gráficos, se analizara los aspectos cuantitativo, cualitativo, de los datos obtenidos durante el proceso de investigación.

Las herramientas que sirven para determinar el estado actual de son:

- Diagramas de Pareto.
- Graficas de Control de Consumo Eléctrico.
- Graficas de Consumo y Producción.
- Correlación consumo eléctrico vs Producción.
- Índices de Consumo.
- Gráficos de Tendencias.

Mediante estas herramientas se tiene la línea base en el proceso de investigación.

#### **2.4.1 Instrumento de medición Fluke 435B Series II**

El instrumento de medición utilizado para la calidad de energía en las instalaciones de la empresa de fabricación de helados Kedely, fue el Analizador

energía y calidad de potencia trifásica Fluke 435B Series II, el cual fue instalado en el tablero principal. (Ver Gráfico N° 11).

Los analizadores de energía y calidad de potencia trifásica 430 Serie II ofrecen el análisis de la calidad eléctrica y presentan la habilidad de cuantificar las pérdidas de energía en términos monetarios. (Ver Cuadro N° 7).



**Gráfico N° 12: Analizador Fluke 435B Series II**

**Fuente:** Antonio Flores

**Cuadro N° 7: Características de medición de equipos Fluke**

| Modelo                                     | Fluke 434-II           | Fluke 435-II           |
|--|------------------------|------------------------|
| Cumplimiento de norma estándar             | IEC 61000-4-30 Clase S | IEC 61000-4-30 Clase A |
| Voltios Amperios Hz                        | •                      | •                      |
| Caidas de tensión y sobretensiones         | •                      | •                      |
| Armónicos                                  | •                      | •                      |
| Potencia y energía                         | •                      | •                      |
| Calculadora de pérdida de energía          | •                      | •                      |
| Desequilibrio                              | •                      | •                      |
| Monitor                                    | •                      | •                      |
| Corriente de arranque                      | •                      | •                      |
| Captura de forma de onda de evento         |                        | •                      |
| Flicker (Fluctuaciones rápidas de tensión) |                        | •                      |
| Transitorios                               |                        | •                      |
| Señalización de la red                     |                        | •                      |
| Onda de potencia                           |                        | •                      |
| Eficacia del inversor de potencia          | •                      | •                      |
| 400 Hz                                     |                        |                        |
| Estuche blando, modelo C1740               | •                      | •                      |
| Maletín rígido con ruedas, modelo C437-II  |                        |                        |
| Tarjeta SD (máx. 32 GB)                    | 8 GB                   | 8 GB                   |

**Fuente:** <http://www.fluke.com/fluke/eces/medidores-de-calidad-de-la-energia-electrica/logging-power-meters/fluke-435-series-ii.htm?pid=73939>

Con el medidor Fluke 435B, se realiza las mediciones en tiempo real y se almacena para su interpretación, los valores a capturar son voltaje, amperaje, potencia, energía eléctrica, calculadora de perdida de energía, desequilibrios, flickers, transitorios, armónicos, que serán analizadas en el capítulo 3 de la investigación.

#### 2.4.2 Modelación y Simulación mediante Easypower 9.7

El software EasyPower ofrece una línea completa de herramientas eléctricas de gran alcance para el diseño inteligente, el análisis y el seguimiento de los sistemas de energía eléctrica. EasyPower ofrece resultados instantáneos y precisos para ayudarle a tomar decisiones inteligentes. (Ver Gráfico N° 12).



**Gráfico N° 13: Software EasyPower 9.7**

**Fuente:** <http://www.easypower.com>

Para la utilización del programa computacional primero se determinó las áreas de trabajo con las respectivas cargas instaladas (Ver Anexo 5). Luego se realizó el diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas de la fábrica de helados para determinar las condiciones en las que se encuentran tanto las líneas de distribución, tableros de distribución, protecciones, al igual que el transformador de esta manera se tiene una visión integral de la carga instalada dentro de la fábrica de helados Kedely. (Ver Anexo 6).

La capacidad de carga instalada se la realiza con los datos del levantamiento de información técnica de los equipos teniendo en cuenta su utilización promedio, de esta manera se determinó el estado de las instalación.

El siguiente punto fue determinar la calidad de los conductores eléctricos instalados, verificando las cargas y la capacidad de los conductores, además de sugerir la instalación de un sistema de puesta a tierra que no sobrepase 5 Ohm, que ayuda a minimizar las corrientes parasitas que fluyen hacia el neutro.

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se realiza la recopilación de información técnica en la empresa de fabricación de helados Kedely, utilizando la metodología anteriormente descrita. Mediante estos datos se observa la necesidad de implantar un plan de mejoras en la gestión energética dentro de la empresa.

#### **3.1 Empresa de fabricación de helados Kedely.**

##### **3.1.1 La empresa.**

Helados Kedely es una empresa que hace aproximadamente 20 años que se dedica a la producción y comercialización de helados en distintas variedades y sabores, siendo los más destacados: conos, empastados, de agua, de crema, vasitos, de frutas, cuyo sabores sobresalientes son vainilla, chocolate, tamarindo, chicle, coco, ron pasas, mora, entre otros.

Ubicada en el centro sur de la ciudad de Quito, comercializa sus productos al por mayor a través de un grupo selecto de clientes quienes distribuyen al consumidor a través de vendedores ambulantes. Llegando a sectores dentro y fuera de la capital, tales como: Registro Civil, Mercado de San Roque, Chillogallo, Calacalí, Nanegal, Nanegalito, Pacto, Atahualpa y Chone.

##### **3.1.2 Sector al que pertenece.**

Mediante Recalificación Artesanal N° 96878 otorgada por la Junta Nacional de Defensa del Artesano, se evidencia que Helados Kedely en el inciso final Art. 2, Art. 16, 17, 18 y 19 de la Ley de Defensa del Artesano, en concordancia con el

Art. 302 del Código de Trabajo, Art. 367 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal: Art. 19 y 56, numeral 19 de la Ley de Régimen Tributario Interno y Art. 171 de su Reglamento (Ver Anexo 1).

### **3.1.3 Representante Legal.**

La empresa Helados Kedely de personería natural a nombre de José Mosquera Sotomayor y de RUC N° 1702778083001, opera en la calle Florencio O’Leary Oe6-67 y General Miller en la ciudad Quito.

La empresa cuenta con los siguientes requisitos y permisos que hacen posible su funcionamiento (Ver Anexo 1).

- Registro Único de Contribuyentes emitido por el SRI.
- Licencia metropolitana única para el ejercicio de actividades económicas LUAE y Certificado Ambiental otorgado por el Municipio de Quito.
- Permiso de funcionamiento otorgado por el Ministerio de Salud Pública.
- Certificado de la Junta Nacional del Artesano.

#### **3.1.3.1 Objeto social.**

La Empresa tiene por objeto la elaboración y comercialización de helados en diferentes variedades y sabores.

### 3.1.4 Estructura organizacional.

La estructura organizacional se describe en el Gráfico N° 13.



**Gráfico N° 14: Organigrama estructural de la empresa Helados Kedely**

**Fuente:** Helados Kedely

### 3.1.5 Misión.

Helados Kedely es una empresa productora y comercializadora de helados, que construye relaciones a largo plazo con sus clientes, satisfaciendo sus requerimientos, fundamentados en el servicio, la innovación y calidad de sus productos.

### **3.1.6 Visión.**

En el 2020 Helados Kedely será la mejor empresa productora y comercializadora de helados, cuya marca se identificará por el cliente como fresca, joven y dinámica, consolidada a través de la calidad en el servicio, la innovación y diferenciación de sus productos, abarcando nuevos mercados.

### **3.1.7 Valores.**

Los valores que la caracterizan son:

- Honestidad
- Puntualidad
- Respeto
- Mejora continua
- Trabajo en equipo
- Colaboración

### **3.1.8 Política.**

En Helados Kedely se entrega a los clientes productos de calidad con excelente servicio, garantizando la satisfacción de sus necesidades, cumpliendo con normas de calidad, seguridad alimentaria, protección medioambiental, seguridad y salud ocupacional, mejorando continuamente los procesos y capacitando al personal.

### **3.1.9 Instalación y proceso de fabricación de helados.**

La fábrica de helados Kedely (Ver Gráfico N° 14) está conectado a la red de la empresa de distribución eléctrica con las siguientes características, Subestación cercana San Roque ubicada frente al mercado del mismo nombre, calibre del

tendido AAAC266MCM, carga en el alimentador F1=227A, F2=204A, F3=207A con una potencia de 2307kW, sale de la subestación líneas trifásicas de 6.3kV que se conecta al primario de un transformador de 50kVA (Ver Cuadro N° 8) para suministrar el nivel de voltaje de 220V trifásico para las maquinarias utilizadas en el proceso de fabricación y almacenamiento de los helados. La cual es distribuida mediante tableros de transferencia a cada uno de los equipos, la mayoría motores trifásicos.



**Gráfico N° 15: Exterior fábrica de helados Kedely**

**Fuente:** Antonio Flores

**Cuadro N° 8: Datos del transformador 6.3kV a 220V de 50kVA**

|                   |      |               |         |               |      |
|-------------------|------|---------------|---------|---------------|------|
| POT. NOM. KVA     | 50   | Año           | 09      | Clase Aisl.   | A0   |
| Num. Fases        | 3    | Frec. Hz      | 60      | Conexión      | DyS  |
| Tens. Prim. KV    | 6.3  | Tens. Sec. V  | 220     | Refrigeració  | ONAN |
| Corriente Prim. A | 4.91 | Corr. Sec. A  | 131     | Durac. C.C.S. | 2    |
| Tens. C.C. %      | 2.4  | Corr. C.C. KA |         | Temp. Amb.    | 30   |
|                   |      | Aceite        | Mineral | Altitud mt    | 3000 |

**Fuente:** Transformador INATRA 50kVA

El proceso de fabricación de helados en forma genérica se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Verificar que todo el equipo a utilizar este completamente limpio y desinfectado.
2. Recepción y clasificación de la materia prima a utilizar.
3. Mezcla de los ingredientes. Cuyas características eléctricas las mostramos en el Anexo 5.
  - Se llena el tanque pasteurizador con un 50% de agua del total de la mezcla a prepararse.
  - Mientras el agua se calienta, se va añadiendo la leche en polvo
  - Una vez que la leche se ha disuelto completamente, se añade el azúcar con el estabilizante.
  - Se añade el agua hasta completar la cantidad requerida
  - Se mantiene la mezcla por 10 minutos a esta temperatura, luego de lo cual se procede a enfriarla inmediatamente.
4. Llenado en los moldes para congelación
  - Se pone el preparado anterior en moldes de acero inoxidable de 24 celdas cada uno.
  - Se introduce los moldes en un baño de salmuera a  $-25^{\circ}\text{C}$ .
  - Mientras el líquido se congela se procede a colocar las paletas.
5. Empaque y almacenamiento.
  - Se extraen los helados de los moldes

- Los helados son empacados manualmente en fundas de polietileno de alta densidad
- Se almacenan los helados en un cuarto frío a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Este proceso es de manera genérica para la fabricación de los helados dentro de la fábrica, cabe mencionar que se distribuyen diferentes tipos de helados los cuales se incluyen en el anexo 3.

### **3.2 Análisis y discusión de resultados.**

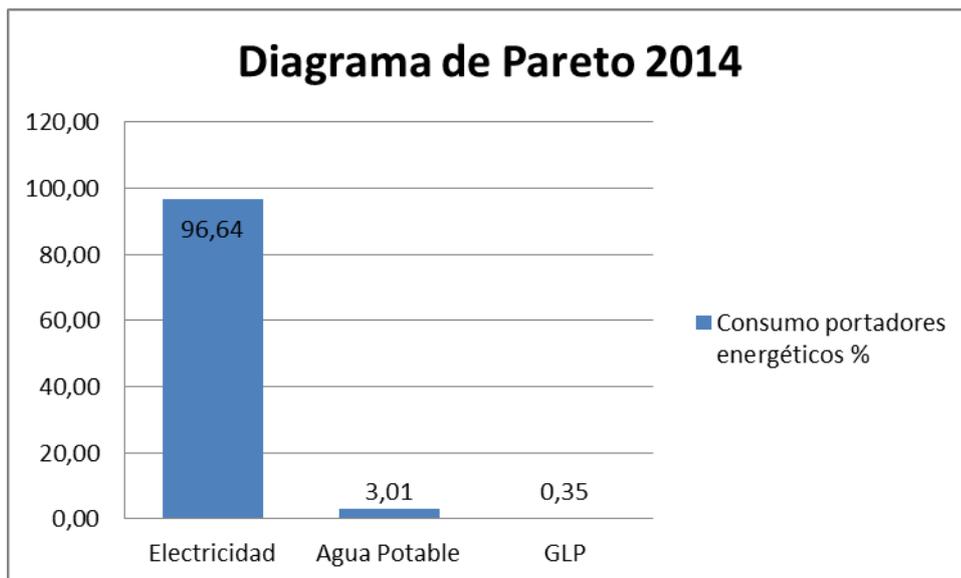
A continuación se incluyen los datos recopilados dentro del período Enero 2014 a Diciembre 2015 para realizar los gráficos de control.

#### **3.2.1 Históricos de consumo de energía 2014-2015.**

La revisión de los consumos de portadores energéticos en la fábrica de helados Kedely, muestra que se utiliza la energía eléctrica, agua potable y Gas Líquido de Petróleo GLP en los diferentes procesos de fabricación y almacenamiento de sus productos.

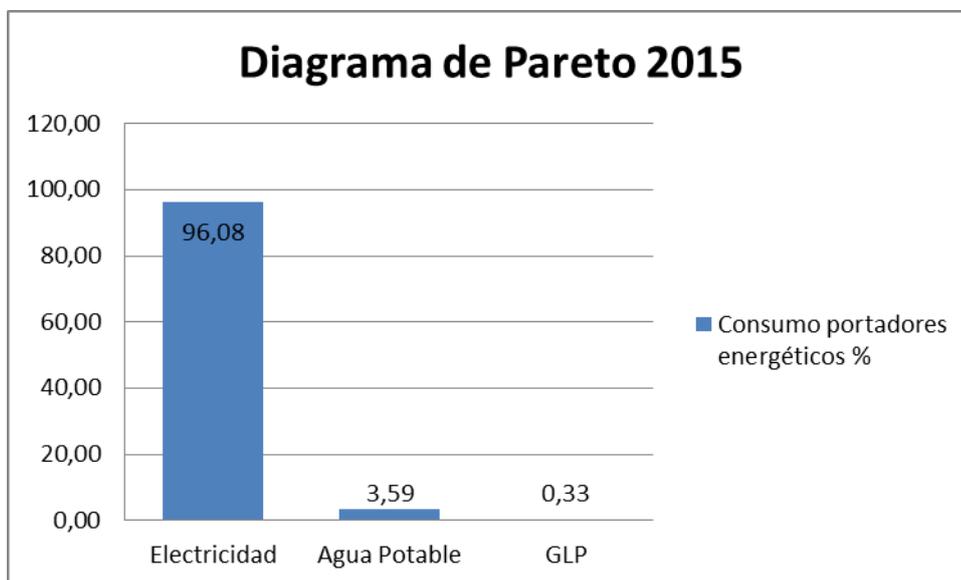
Por lo que se procedió a recopilar la información histórica de sus consumos energéticos durante el período Enero 2014 a Diciembre 2015 de estos tres portadores. Obteniendo que en el periodo antes señalado se tiene un consumo total de 226943kWh de energía eléctrica que representa USD 25.116,72. También se ha consumido  $1127\text{m}^3$  de agua potable que representa USD 864,58. Y por último se ha consumido 825kg de GLP que representa un total de USD 88. (Ver Anexo 7).

Utilizando la información antes mencionada, se procedió a realizar los diagramas de Pareto del consumo de portadores energéticos.



**Gráfico N° 16: Diagrama de Pareto portadores energéticos año 2014**

**Fuente:** Antonio Flores

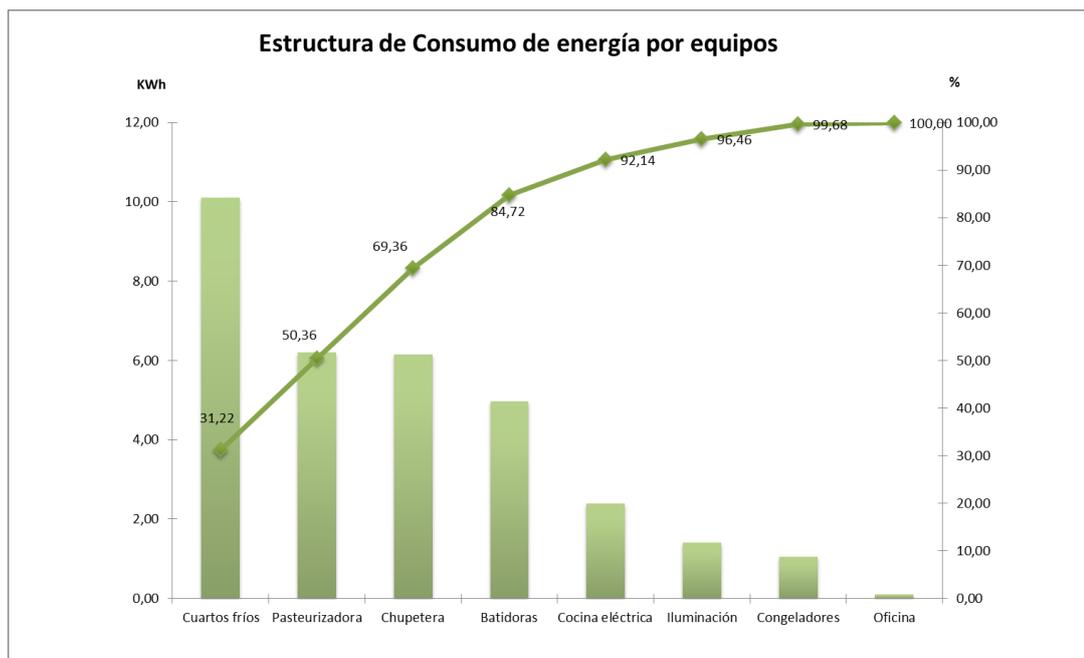


**Gráfico N° 17: Diagrama de Pareto portadores energéticos año 2015**

**Fuente:** Antonio Flores

De los Gráficos N° 15 y 16. Diagrama de Pareto de los años 2014 y 2015, se observa que el portador energético de mayor incidencia en la parte económica es la energía eléctrica, por este motivo se ve la necesidad de efectuar el análisis energético de este portador.

Revisando la estructura de consumo de energía por equipos que se muestra en el Gráfico N° 17, se determina que los cuartos fríos de 2HP, 4HP y 6HP (trifásicos) son los equipos que mayor energía consumen, también la chupetera que son las piscinas de salmuera donde se introducen el preparado para la fabricación de helados en moldes, son puestos claves para la investigación ya que estos equipos requieren de un adecuado mantenimiento para trabajar en forma óptima.



**Gráfico N° 18: Estructura de consumo de energía por equipos**

**Fuente:** Antonio Flores

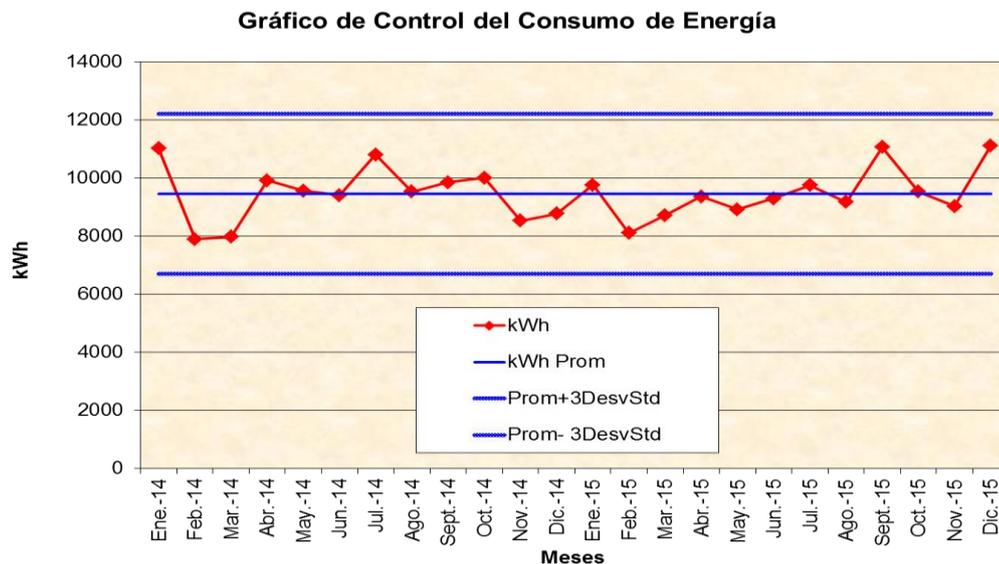
### 3.2.2 Gráficos de control de consumo de energía eléctrica.

Se utilizan como instrumentos de autocontrol y son muy útiles para determinar las fases donde se producen alteraciones en un proceso analizado.

Para la investigación se tiene como variables el consumo de energía eléctrica en kWh, así como la producción de helados en unidades de productos durante los años 2014 y 2015. (Ver Anexo 8).

#### Control del consumo de energía.

En el Gráfico N° 18, se observa que la variable evaluada el consumo de energía en kWh, está bajo control ya que se encuentra dentro de los límites, el consumo promedio es de 9455,96kWh, mediante los cálculos una desviación estándar ( $\sigma$ ) de 917,79kWh, el consumo máximo (valor promedio +  $3\sigma$ ) de 12209,31kWh, y el consumo mínimo (valor promedio -  $3\sigma$ ) de 6702,60kWh, hay que destacar que los valores se encuentra sobre el valor promedio lo que demuestra la presencia de factores que provocan una tendencia al aumento de consumo de energía. (Ver Anexo 4).

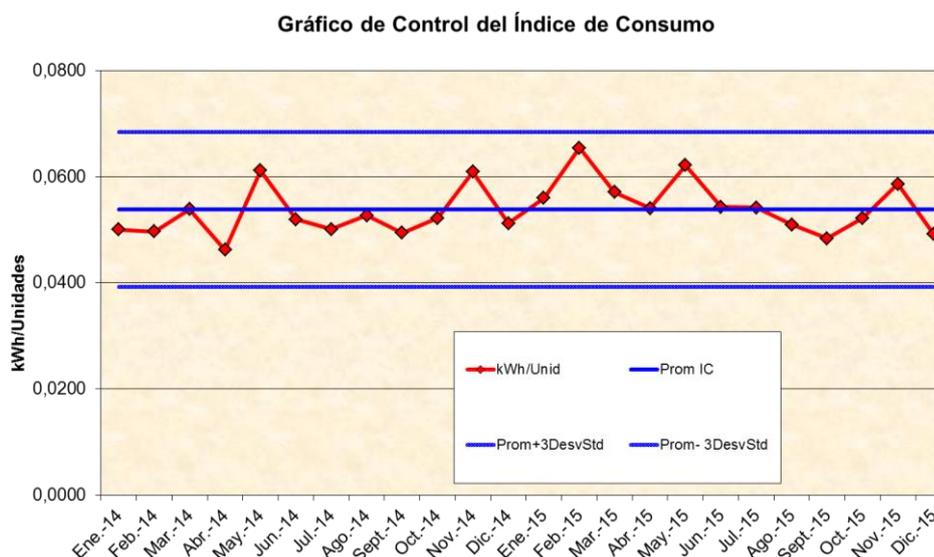


**Gráfico N° 19: Control de Consumo de Energía**

**Fuente:** Antonio Flores

## Control del Índice de Consumo.

En el Gráfico N° 19 control del índice de consumo, se observa el IC índice de consumo de electricidad expresado en (kWh/Unidades Producidas), se encuentra estable, con un valor medio de IC igual a 0,0538(kWh/Unidad Producidas), un valor máximo (valor promedio +  $3\sigma$ ) de 0,0685(kWh/Unidad Producidas), y el valor mínimo (valor promedio -  $3\sigma$ ) de 0,0392(kWh/Unidad Producidas), hay que destacar que también los valores se encuentra sobre el valor promedio lo que demuestra la presencia de factores que provocan una tendencia al aumento del IC. (Ver Anexo 4).



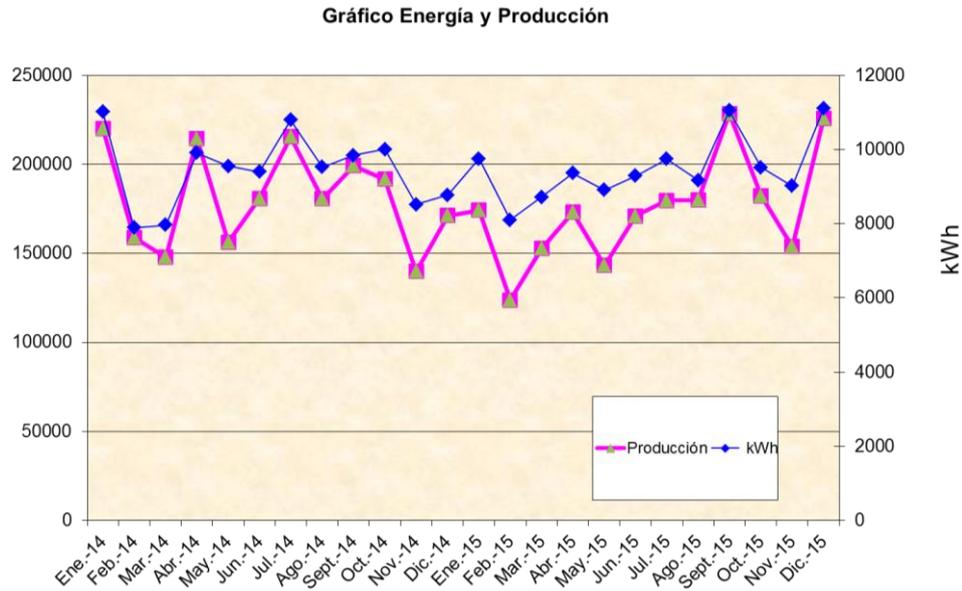
**Gráfico N° 20: Control del Índice de Consumo**

**Fuente:** Antonio Flores

## Energía y Producción.

En el Gráfico N° 20 Energía y producción, se muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el mismo intervalo de tiempo, por medio de esto se observa comportamientos anormales de la variación de consumo energético con respecto a la variación de la producción. Por ejemplo en el mes de Mayo del 2014 se observa una diferencia pronunciada entre el consumo de energía de 9553kWh y una producción de 156246 helados. Eso debido al

comportamiento anormal en los meses lluviosos la demanda por el producto baja y por ende el proceso de fabricación disminuye.



**Gráfico N° 21: Energía y Producción**

**Fuente:** Antonio Flores

**Dispersión kWh vs Producción.**

En el Gráfico N° 21 diagrama de dispersión kWh vs Producción. Aquí se puede observar el grado de relación entre las variables Consumo Energético y la Producción de helados mediante un gráfico (x, y) de tal manera que muestra con claridad que los componentes están correlacionados. El procesamiento de la información da como resultado la siguiente Ecuación:

**Ecuación N° 4: Dispersión kWh vs Producción**

$$y = 0,029x + 4297,1 \tag{4}$$

, y un factor de correlación  $R^2=0,8143$ . Este factor muestra que existe una adecuada correlación entre el consumo de energía y la producción. Por lo cual la ecuación que rige el comportamiento histórico del consumo de energía eléctrica

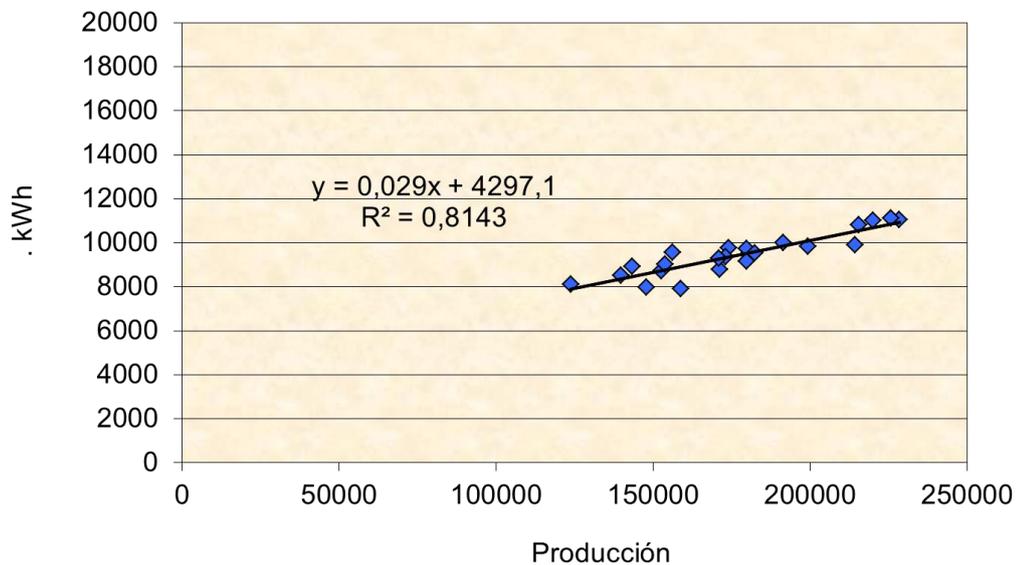
en la fábrica de helados, bajo las condiciones analizadas entre Enero 2014 y Diciembre 2015 es:

**Ecuación N° 5: Comportamiento del consumo de energía Enero 2014- Diciembre 2015**

$\text{kWh/mes} = 0,029 * (\text{Unidades de helados producidas al mes}) + 4297,1$  (Energía no asociada).

La energía no asociada a la producción tiene un comportamiento de 4297,1 kWh/mes, esto representa un 45,44% del consumo de energía eléctrica promedio. A este consumo no asociado a la producción se aplicará las opciones de mejoras detalladas en la propuesta. Este consumo no asociado es elevado debido al uso de cuartos fríos en el proceso de almacenamiento del producto terminado, así como el uso de luminarias y equipos administrativos dentro de las instalaciones de la fábrica.

Diagrama de Dispersión  
kWh vs Producción



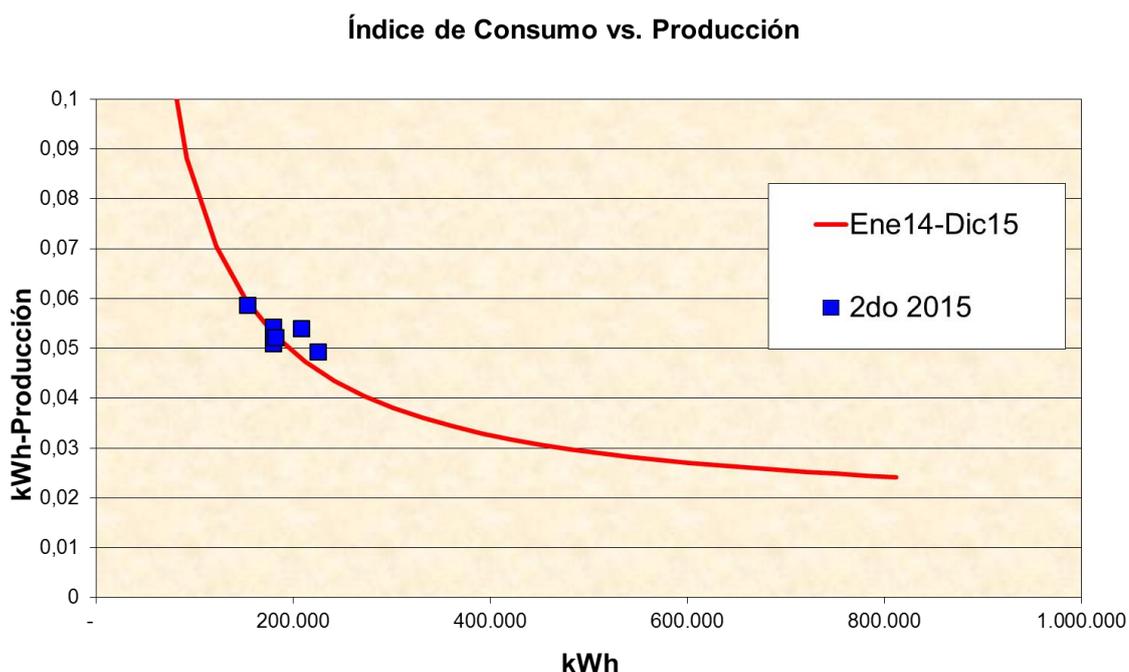
**Gráfico N° 22: Diagrama de Dispersión kWh vs Producción**

**Fuente:** Antonio Flores

### Índice de Consumo vs Producción.

En el Gráfico N° 22 índice de consumo IC vs Producción, se realiza después de haber obtenido el gráfico consumo de energía vs Producción y la Ecuación 4 Dispersión kWh vs Producción, con un nivel de correlación significativo. La expresión de la función  $IC = f(P)$  se define como  $IC = m + E_0/P$ , donde  $E_0$  es la energía no asociada a la producción, este gráfico es una hipérbola con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión  $E = f(P)$ .

Los valores mostrados en el gráfico que están sobre la curva indican que existe potencial de disminución del índice de consumo para ese nivel de producción, y los que están en la curva indican que se manejan valores iguales a los del periodo de análisis.



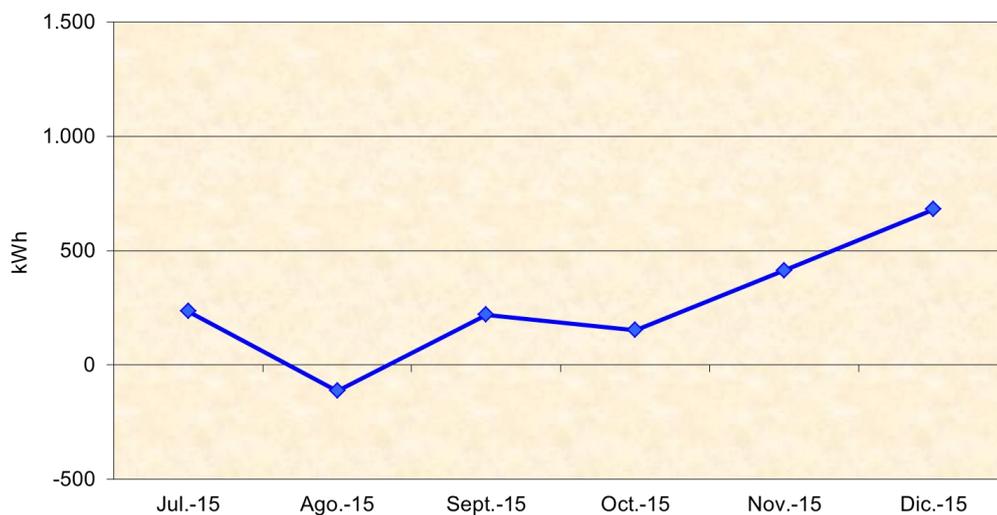
**Gráfico N° 23: Índice de Consumo vs Producción**

**Fuente:** Antonio Flores

### **Tendencia del Consumo Acumulada CUSUM.**

En el Gráfico N° 23 tendencia de consumo acumulado CUSUM, permite conocer la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de consumos energético, con respecto a un período base de comparación dado. Se observa que en el mes de Agosto del año 2015 hay una ligera mejora en el consumo pero luego hay una tendencia a incrementar el consumo energético con referencia a la Ecuación 5 comportamiento de consumo de energía Enero 2014 – Diciembre 2015. (Ver Anexo 4).

Gráfico de Tendencia del Consumo de kWh 2do Semestre 2015  
Período Base Enero 2014 - Diciembre 2015



**Gráfico N° 24: Tendencia del Consumo Acumulada CUSUM**

**Fuente:** Antonio Flores

### **3.3 Evaluación Energética**

Es una evaluación de primer orden, ya que cumple las siguientes actividades:

- ❖ Se inspecciona visualmente el estado de las instalaciones, se revisa los equipos, paneles de distribución, acometidas eléctricas, portadores energéticos.
- ❖ Se determina que no existen registros de operación y mantenimiento de equipos.
- ❖ Se analiza el consumo de los portadores energéticos y se determinó mediante Pareto que el portador de mayor incidencia es el eléctrico.
- ❖ Se detecta visualmente los desperdicios de energía como es el caso de la iluminación.
- ❖ Se observa que la empresa maneja promedios mensuales de factor de potencia de 0,96 por lo que no existe penalizaciones por este concepto.

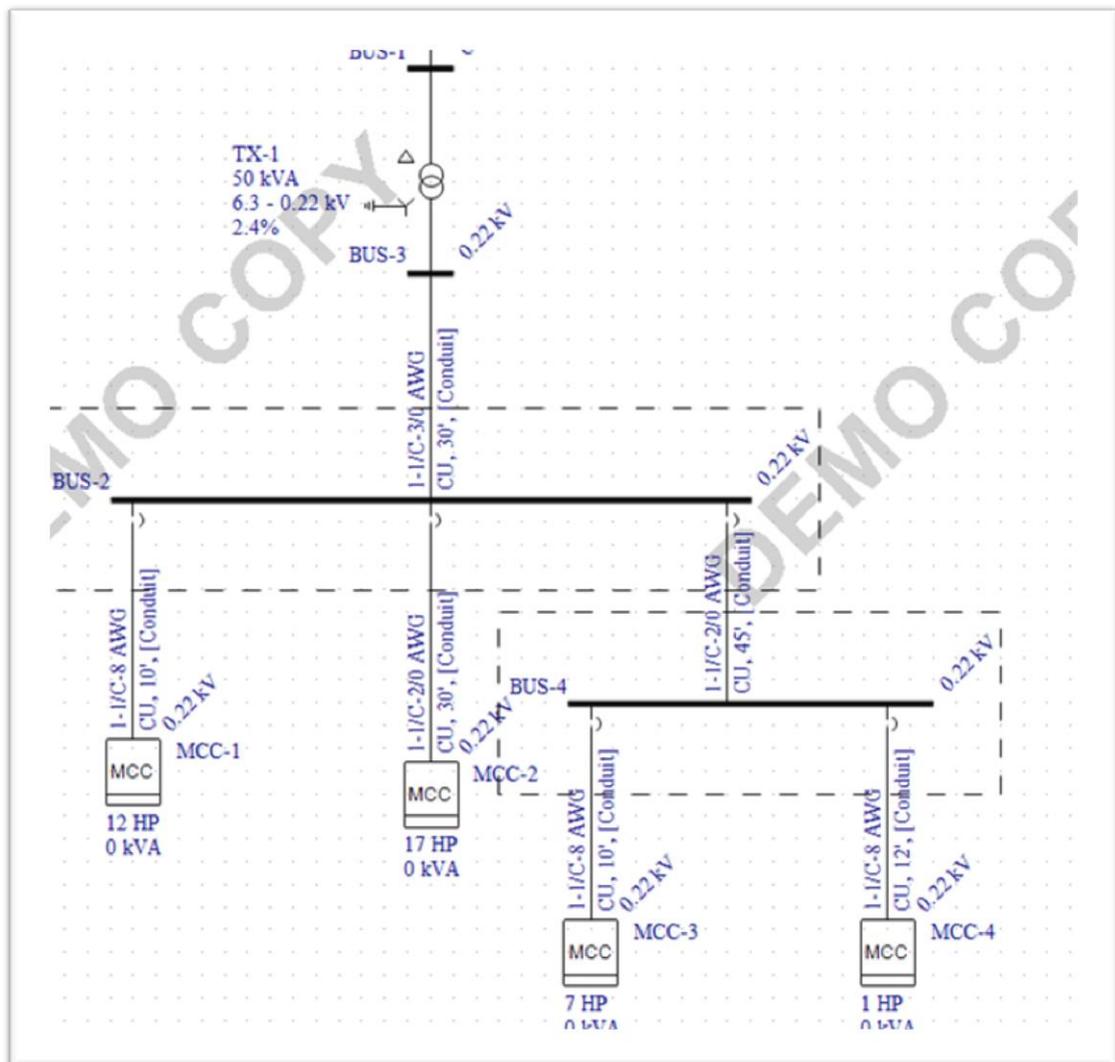
Cumple como evaluación de segundo grado, ya que se realiza lo siguiente:

- ❖ Se identifica las fuentes de energía de la empresa como son la energía eléctrica, el agua potable, y el Gas Licuado de Petróleo GLP.
- ❖ Se analiza los consumos históricos de portadores energéticos y de la producción correspondiente al período Enero 2014 a Diciembre 2015.
- ❖ Se analiza las condiciones de operación de las instalaciones y su mantenimiento.
- ❖ Se analiza los indicadores energéticos y para el sector de alimentos el que más se utiliza es el índice de consumos específicos anual teniendo un  $IC=0,0552\text{kWh/Unidades Producidas}$  para el año 2015.

- ❖ Se realiza histogramas y gráficas de control.
- ❖ Se identifica las oportunidades de ahorro de energía
- ❖ Se evalúa económica las medidas propuestas.
- ❖ Los objetivos y metas en función de los potenciales de ahorro, se definirán luego de implementarse la investigación.

Como primer paso para determinar las oportunidades de mejora, se realizó el levantamiento de la información técnica dentro de la empresa de fabricación de helados Kedely, de esta manera se determina los equipos instalados, la carga instalada, el tipo de cable instalado, la utilización de los equipos, y con esta información se procede a realizar el diagrama unifilar de la empresa.

El diagrama unifilar (Ver Gráfico N°24), consta de la acometida del transformador 6,3kV a 220V este transformador es de 50kVA, conectado a un breaker de 150A, el cual distribuye la energía hacia 3 tableros principal y un tablero secundario, de estos 2 tableros se encuentran en el primer piso en el área de pasteurización y producción, y un tablero en el segundo piso en el área de mezcla y almacenamiento, de este último tablero se deriva una instalación para el 3er piso en donde se tiene el área de almacenamiento y desinfección.



**Gráfico N° 25: Diagrama unifilar empresa Kedely**

**Fuente:** Software EasyPower 9.7

### 3.3.1 Carga instalada.

La empresa cuenta con equipos tanto para la producción como el almacenamiento, motores trifásicos, batidoras, equipo de pasteurización, cuartos fríos, congeladores, chupeteras, ozonizadores, mezcladores, calentadores de agua, un

ascensor para transporte de materiales, así como el equipamiento de oficina e iluminación. (Ver Anexo 5).

De la información levantada anteriormente se tiene que la fábrica posee un demanda de 66,841kW, la fábrica maneja un factor de potencia promedio de 0,96 debido a las compensaciones de tipo individual que manejan en los motores trifásicos, con esta información tenemos que la capacidad de carga instalada total es de 69,626kVA.

### **3.3.2 Demanda en día de carga máxima.**

La fábrica opera generalmente de lunes a viernes, salvo excepciones en las que se requiera cumplir con algún pedido, o que la venta semanal haya sido sobre el valor promedio trabajan los fines de semana.

En el transcurso de la semana, se realiza la planificación de las actividades para la semana siguiente, para la investigación se toma la opción de hacer el análisis de un día con una mayor planificación de helados.

Se procedió a verificar con los instrumentos de medición (amperímetro y voltímetro), las mediciones de los equipos conectados este día para determinar la carga máxima.

Teniendo que en promedio la demanda en un día es de 32,385kW, y con un factor de potencia promedio de 0,96 se tiene que la carga promedio es de 33,734kVA. (Ver Cuadro N° 9).

**Cuadro N° 9: Mediciones de un día con carga máxima**

| N° | EQUIPO               | POTENCIA | Horario encendido  |
|----|----------------------|----------|--------------------|
|    |                      | kW       |                    |
| 1  | Pasteurizadora       | 6,200    | Variable 7am a 4pm |
| 2  | Cuarto frío 2HP      | 1,801    | 24 horas           |
| 3  | Cuarto frío 4HP      | 3,630    | 24 horas           |
| 4  | Chupetera N 1        | 6,152    | Variable 7am a 4pm |
| 5  | Batidora             | 4,976    | Variable 7am a 4pm |
| 6  | Congelador 1/6       | 0,149    | 24 horas           |
| 7  | Congelador 2/6       | 0,186    | 24 horas           |
| 8  | Congelador 3/6       | 0,186    | 24 horas           |
| 9  | Cocina eléctrica     | 2,400    | Variable 7am a 4pm |
| 10 | Cuarto frío 6HP      | 4,679    | 24 horas           |
| 11 | Congelador 4/6       | 0,149    | 24 horas           |
| 12 | Congelador 5/6       | 0,186    | 24 horas           |
| 13 | Congelador 6/6       | 0,186    | 24 horas           |
| 14 | Iluminación          | 1,400    | Variable 7am a 4pm |
| 15 | Teléfono inalámbrico | 0,040    | 24 horas           |
| 16 | Modem Telefónico     | 0,005    | 24 horas           |
| 17 | Intercomunicador     | 0,060    | 24 horas           |

**Potencia Total kW                      32,385**

**Fuente:** Antonio Flores

Este valor es muy similar al obtenido utilizando el analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II que dió una demanda de 30,250kW y una carga de 32,970kVA. (Ver Gráfico N° 25).

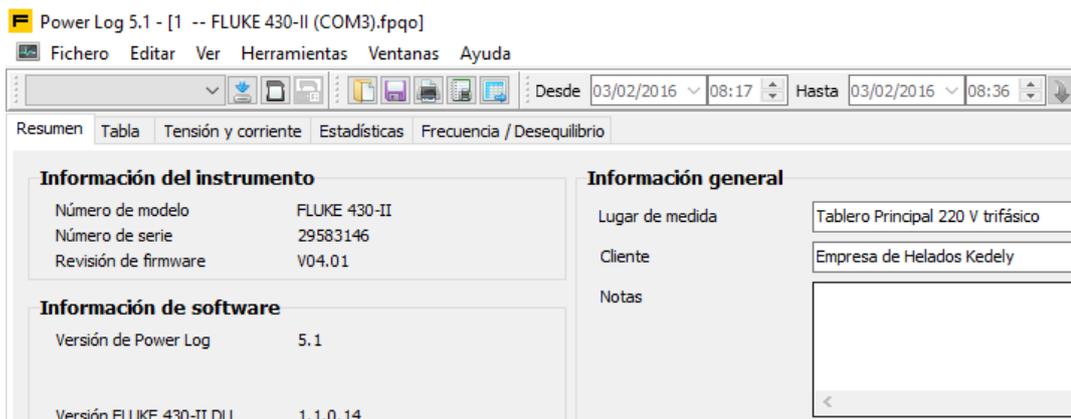
| POTENCIA Y ENERGÍA                         |       |             |             |       |
|--|-------|-------------|-------------|-------|
|  | L1    | L2          | L3          | Total |
| kW   | 9.39  | 9.00        | 11.86       | 30.25 |
| kVA  | 10.79 | 9.76        | 12.12       | 32.97 |
| kvar                                       | 5.37  | 3.84        | 2.51        | 11.76 |
| PF   | 0.87  | 0.92        | 0.98        | 0.92  |
| 03/02/16 11:53:21 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160 |       |             |             |       |
| UP<br>DOWN                                 | TREND | EVENTS<br>0 | HOLD<br>RUN |       |

**Gráfico N° 26 Medición de Potencia y Energía**

**Fuente:** Analizador Fluke 435 B Series II

### 3.3.3 Mediciones con analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II

Para la adquisición de los datos obtenidos y almacenados en el analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II, se utiliza el programa computacional PowerLog 5.1. (Ver Gráfico N° 26).



**Gráfico N° 27: Software Power Log 5.1**

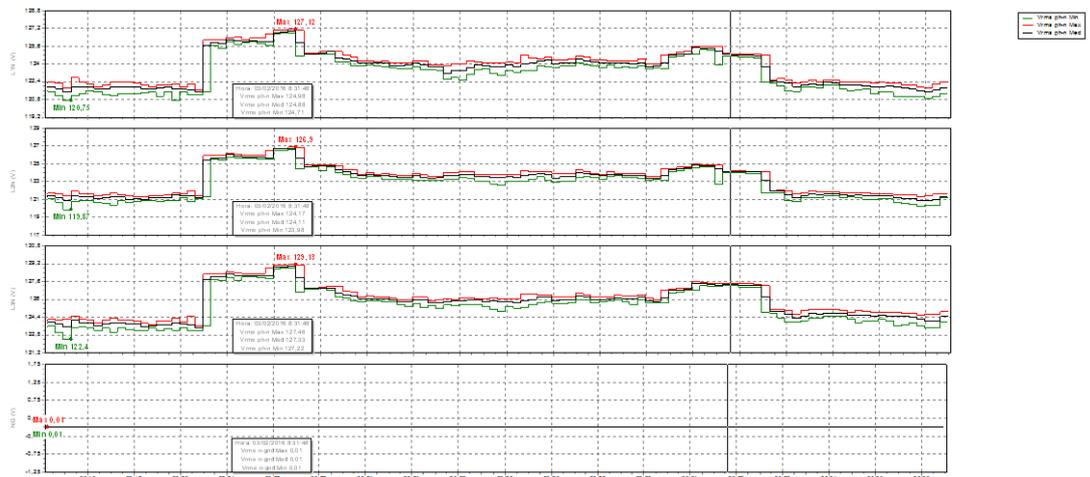
**Fuente:** Programa computacional Power Log 5.1

Este programa permite interpretar y analizar los datos mediante diferentes tipos de pantallas que muestran la información de manera efectiva.

### **Pantalla Volt/ Amp /Hz**

El Gráfico N° 27 y 28 muestra valores de voltaje y corriente en el panel principal, los voltajes rms se muestran de línea a neutro y de línea a línea.

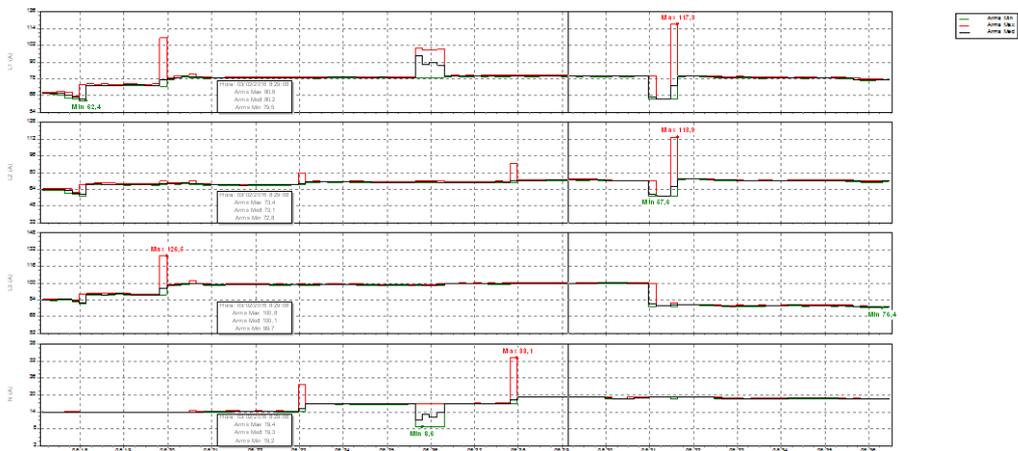
Los valores de voltaje rms se observó que varían teniendo máximo en la línea L3N con un valor de 129,13V, así mismo en la línea L3 se tiene el valor más alto en corriente llegando a valores de 126,5A.



**Gráfico N° 28: Voltaje en panel principal.**

**Fuente:** Programa computacional Power Log 5.1

Hay que notar que existe un desfase en las corrientes y voltajes en cada línea en especial en la línea L3 donde el valor de 125,8V es superior en un 2% al valor de la línea L1 y L2, el desequilibrio en de voltaje no debe pasar el 1% ya que esto produce corrientes desequilibradas en el cableado del estator lo que provoca un sobrecalentamiento y una reducción de la vida útil en los motores.



**Gráfico N° 29: Corriente en panel principal**

**Fuente:** Programa computacional Power Log 5.1

La corriente en la línea L3 tiene un valor de 100,3A, este valor es superior en un 26% a la línea L1 y 38% en comparación a la línea L2. Este valor no debe ser superior al 10%. (Ver Gráfico N° 29).



**Gráfico N° 30 Valores de Voltaje, Amperios y Hz.**

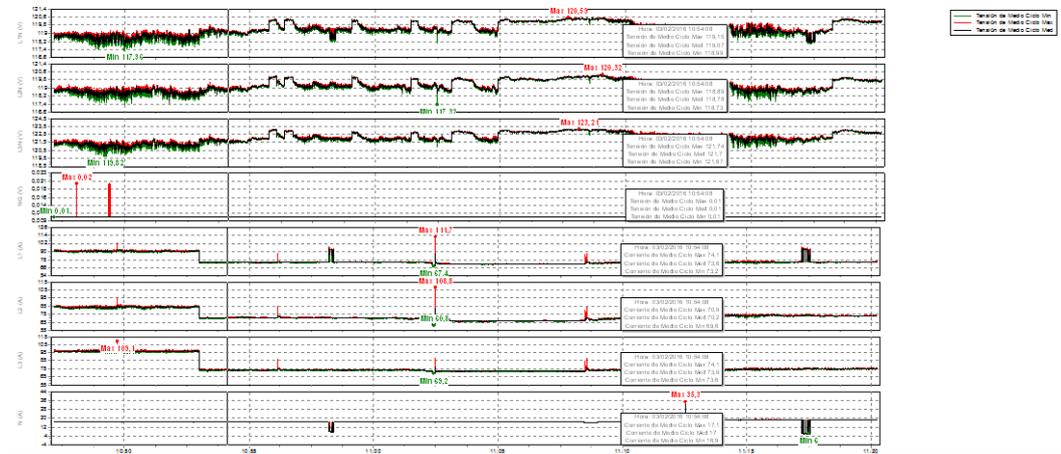
**Fuente:** Analizador Fluke 435 B Series II

Otro dato que hay que tomar en cuenta es la corriente parásita en el neutro con un valor promedio de 18A.

## Pantalla Fluctuaciones

El Gráfico N° 30 muestra las fluctuaciones como son: caídas de voltaje, interrupciones, cambios rápidos de voltaje y subidas de voltaje.

Las fluctuaciones (caídas) son desviaciones rápidas con respecto al voltaje normal. La magnitud puede estar comprendida entre diez y cientos de voltios. La duración puede variar desde medio ciclo hasta unos segundos como se define en EN61000-4-30. Un voltaje de referencia deslizante utiliza valores medidos filtrados con una constante de tiempo de 1 minuto.



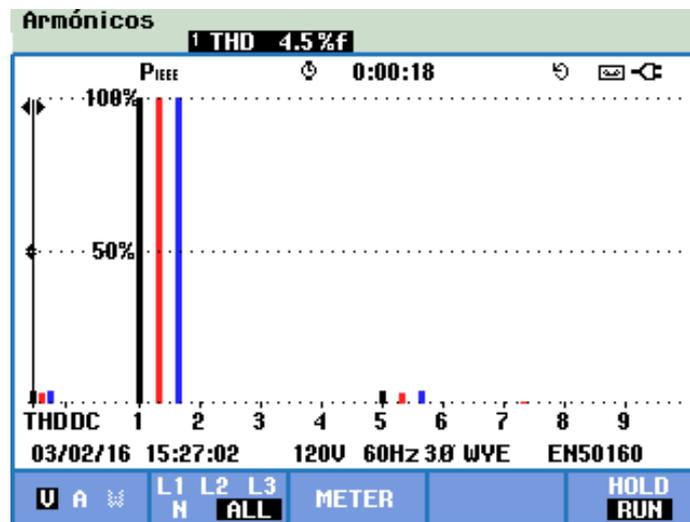
## Gráfico N° 31: Fluctuaciones de Voltaje y Corriente

**Fuente:** Programa computacional Power Log 5.1

Como se observó las fluctuaciones entre el voltaje y la corriente están dentro de los parámetros por lo que no se registra eventos en el equipo de medición. Se observa que las caídas de voltaje están asociadas a un incremento de la corriente lo que implica que la causa de estas variaciones se originan dentro de las instalaciones.

## Pantalla Armónicos

Los armónicos son distorsiones periódicas de las ondas sinusoidales de potencia, corriente o voltaje. Una forma de onda puede considerarse una combinación de varias ondas sinusoidales con diferentes frecuencias y magnitudes. La forma en que estos componentes afectan a la señal es el parámetro de medida. Las lecturas pueden mostrarse como porcentaje del fundamental, como porcentaje de todos los armónicos combinados (valor rms) o como valor rms. Los resultados se pueden visualizar en el Gráfico N° 31 de barras.



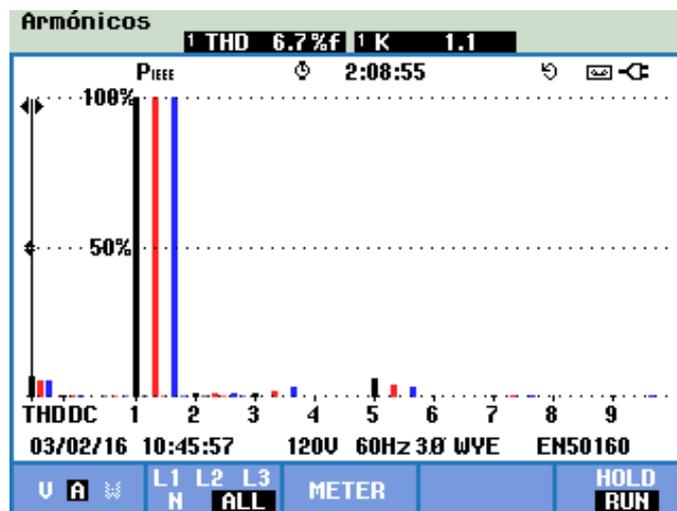
**Gráfico N° 32: Armónicos de Voltaje**

**Fuente:** Analizador Fluke 435 B Series II

El Gráfico N° 31 de barras muestra el porcentaje de contribución de cada uno de los componentes relacionados con la señal total. Una señal sin distorsión debe mostrar un 1er armónico (el fundamental) al 100% mientras los otros están a cero: en la práctica, esto no ocurrirá, puesto que siempre hay una determinada cantidad de distorsión, lo que provoca armónicos más altos.

El valor de THD para voltaje es de 4.5%f y se encuentra la mayor porción de armónicos en el 5to correspondiente a una frecuencia de 300Hz. Este valor se encuentra dentro de los rangos.

Una onda sinusoidal pura se distorsiona cuando se le añaden componentes de frecuencia más alta. La distorsión se representa mediante el porcentaje de THD. La pantalla puede mostrar también el porcentaje del componente de CC y del factor K.



**Gráfico N° 33: Armónicos de Corriente**

**Fuente:** Analizador Fluke 435 B Series II

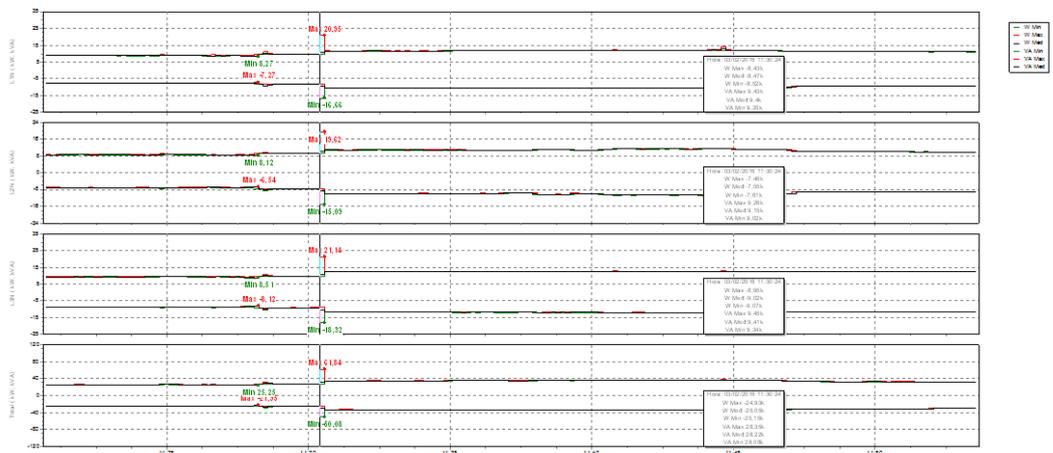
El valor THD en corriente que se muestra en el Gráfico N° 32 es igual a 6.7%f y un valor de K igual a 1.1. Estos valores están dentro de los rangos. Al igual que la componente de voltaje la mayor parte se encuentra en el armónico de 5to nivel.

El factor K se mide para la corriente y la potencia, y se muestra en el encabezado de la pantalla. Es un número que cuantifica la sobrecarga potencial en transformadores debida a corrientes de armónicos. Los armónicos de orden superior influyen en el factor K más que los armónicos de orden bajo.

La presencia de armónicos suele ser el resultado de cargas no lineales como suministros eléctricos conmutados en ordenadores, televisores y motores de velocidad ajustable. Los armónicos pueden causar el sobrecalentamiento de los transformadores, conductores y motores.

## Pantalla Potencia y Energía

El Gráfico N° 33 muestra los parámetros relevantes de potencia la potencia real (kW), la aparente (kVA).



**Gráfico N° 34: Potencia kW y kVA**

**Fuente:** Programa computacional Power Log 5.1

Se puede observar que hay diferencias en las mediciones de potencia real, producto del desfase entre voltajes y corrientes analizados anteriormente, en la línea L1 un valor de promedio de 8,47kW, en la línea L2 un valor promedio de 7,55kW y en la línea L3 un valor promedio de 9,02kW. Para tener un promedio total de 25,05kW.

La potencia aparente en la línea L1 tiene un valor promedio de 9,4kVA, en la línea L2 un valor promedio de 9,15kVA, en la línea L3 un valor promedio de 9,41kVA, y un valor promedio total de 28,22kVA.

De estos valores se determina el factor de potencia en la línea L1 un valor igual de 0,90, en la línea L2 un valor igual a 0,83, y en la línea L3 un valor igual a 0,96. El valor promedio total en este punto de análisis es de 0,88.

### Pantalla cálculo de pérdida de Energía

La calculadora de pérdida de energía que se muestra en el Gráfico N° 34, utiliza algoritmos para calcular pérdidas y para monetizarlas. Los costes que se deben a Potencia Real W efectivos, Potencia Reactiva VAR, Potencia Aparente VA de desequilibrio, Potencia Aparente VA de distorsión y la corriente A de neutro se muestran por hora. Los costes totales se muestran por año, lo cual ofrece una impresión de posibles ahorros anuales.

| CALCULADORA DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA         |           |       |                    |
|--|-----------|-------|--------------------|
|  | Total     | Loss  | Cost               |
| Effective                                  | 29.9 kW   | 793 W | 0.07 \$/hr         |
| Reactive                                   | 11.6 kvar | 120 W | 0.00 \$/hr         |
| Unbalance                                  | 4.7 kVA   | 20 W  | 0.07 \$/hr         |
| Distortion                                 | 1.9 kVA   | 2 W   | 0.00 \$/hr         |
| Neutral                                    | 18.1 A    | 13 W  | 0.07 \$/hr         |
| <b>Total</b>                               |           |       | <b>481.7 \$/yr</b> |
| 03/02/16 11:55:13 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160 |           |       |                    |
| CU LENGTH                                  | DIAMETER  | METER | RATE               |
| 100 ft                                     | 4 AWG     |       | 0.10 /kWh          |
|  |           |       | HOLD<br>RUN        |

**Gráfico N° 35: Calculadora de pérdidas de energía**

**Fuente:** Analizador Fluke 435 B Series II.

Un sistema de alimentación se utiliza de manera óptima si el voltaje y la corriente son sinusoidales, están en fase y equilibradas. Cualquier desviación de esto provocará pérdida de eficiencia y, por ello, derroche de energía.

Mediante esta herramienta se puede cuantificar el cálculo de pérdidas de energía, debido a pérdidas en el cobre (Effective) igual a 793W, pérdidas debido a las potencias reactivas (Reactive) igual a 120W las cuales generan pérdidas por la resistencia de los hilos, las potencias desequilibradas (Unbalance) igual a 20W por el desbalance de voltaje y corriente, la potencia de distorsión (Distortion) igual a 2W asociado a los armónicos, la potencia debido a las corrientes por neutro (Neutral) igual a 13W. Sin considerar la potencia perdida por armónicos, ni la reactiva se tiene un potencial de ahorro de 0,826kW.

### 3.3.4 Análisis de conductores

Para el análisis de los conductores utilizados en las acometidas principales de los tableros de distribución, se utiliza en el diagrama unifilar. (Ver Anexo 6).

**Cuadro N° 10: Análisis de conductores circuitos principales**

| CIRCUITO | COMPONENTES   | POTENCIA |        | VOLTAJE | FP   | AMPERIOS  | Protección      | CABLE     |              |
|----------|---|----------|--------|---------|------|-----------|-----------------|-----------|--------------|
|          |   | HP       | kW     | V       |      | A nominal | Breaker Térmico | usado AWG | sugerido AWG |
| C1       | Pasteurizador, Iluminación y tomacorrientes piso 1                | 15       | 11,500 | 220     | 0,96 | 31,84     | 40A - 3P        | 8         | 6            |
| C2       | Batidora 1, 2, 3 . Chupetera 1 y 2, cuarto frío 2HP y 4HP         | 40       | 29,687 | 220     | 0,95 | 83,07     | 90A - 3P        | 2/0       | 2/0          |
| C3       | Cuarto frío 6HP, Iluminación y tomacorrientes piso 2              | 10       | 7,210  | 220     | 0,92 | 20,83     | 30A - 3P        | 2/0       | 10           |
| C4       | Ascensor, calentador de agua, Iluminación y tomacorrientes piso 3 | 7        | 5,220  | 220     | 0,95 | 14,61     | 20A - 3P        | 8         | 10           |

**Fuente:** Antonio Flores.

Mediante este diagrama unifilar se determina 4 circuitos principales. (Ver Cuadro N° 10). El circuito C1 que comprende los equipos como pasteurizador, la iluminación y los tomacorrientes del piso 1 con una corriente de sobrecarga de 41,53A, en el circuito C2 que comprende equipos como los cuartos fríos de 2HP y 4HP (trifásicos), las batidoras y las chupeteras con una corriente de sobrecarga de 103,83A, en el circuito C3 que comprende equipos como el cuarto frío trifásico de 6HP, iluminación y tomacorrientes del 2do piso con una corriente de sobrecarga

de 26,04A y en el circuito C4 que comprende equipos como el ascensor, calentador de agua, iluminación y tomacorrientes 3er piso con una corriente de sobrecarga de 18,26A. También se estable las protecciones que deben tener cada circuito con valores estándares.

### 3.3.5 Modelación y Simulación con herramienta Easypower 9.7

Mediante la herramienta computacional Easypower 9.7 se procedió a simular el diagrama unifilar de la empresa para determinar los flujos de carga en el sistema.

Se determinó la capacidad de carga del transformador 6,3kV a 220V trifásico de 50 kVA. (Ver Cuadro N° 11). El cual tiene un valor de carga del 65,3% cabe indicar que la simulación corresponde a un día planificado de mayor producción. Teniendo en cuenta que la carga total instalada en la empresa es superior a la capacidad del transformador por lo cual, se programa las actividades para no caer en una sobrecarga del sistema.

**Cuadro N° 11: Capacidad del transformador 6,3kV a 220V trifásico de 50kVA**

#### Transformer Overload Report

Overload Threshold = 10.00 %

| Transformer |               |             |            | Load      |         |             |         |
|-------------|---------------|-------------|------------|-----------|---------|-------------|---------|
| Name        | From Bus Name | To Bus Name | Rated Amps | Load Amps | Loaded% | OverLoaded% | Comment |
| TX-1        | BUS-1         | BUS-3       | 131.2      | 85.7      | 65.3%   | -34.7%      |         |

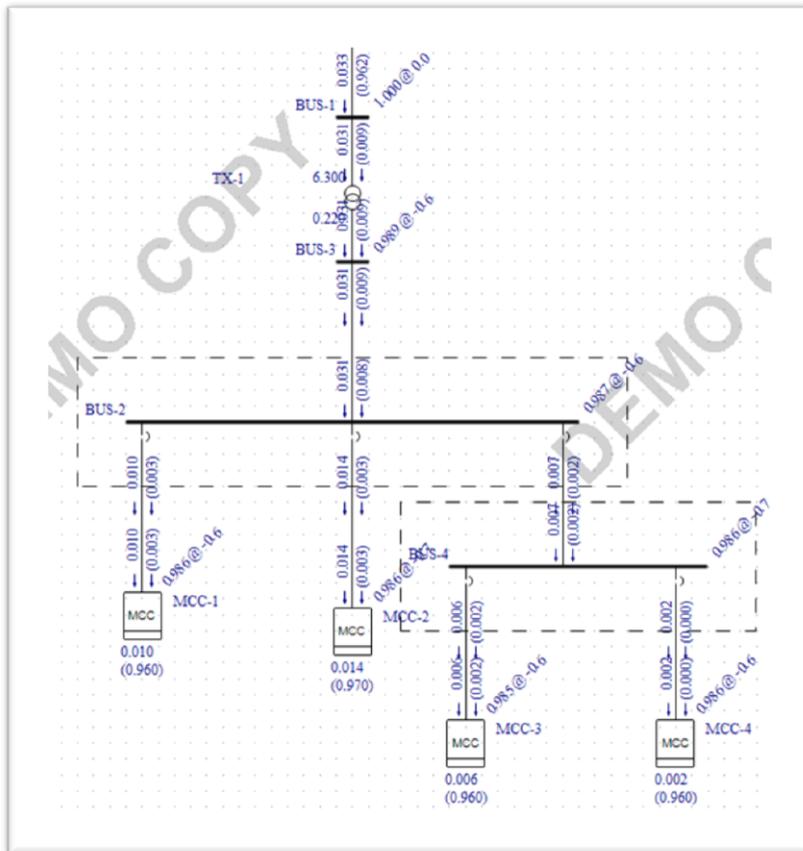
**Fuente:** Programa computacional EasyPower.

**Cuadro N° 12: Potencia y pérdidas en el sistema**

**System Summary Report**

| Total                | kW | kVAR | kVA | PF    |
|----------------------|----|------|-----|-------|
| Generation in System | 31 | 10   | 33  | 0.954 |
| Load in System       | 31 | 9    | 32  | 0.957 |
| Shunt Load in System | -0 | -0   |     |       |
| Losses in System     | 1  | 1    |     |       |
| Check of Balance     | 0  | -0   |     |       |

**Fuente:** Programa computacional EasyPower



**Gráfico N° 36: Simulación de flujos de carga antes de la implementación eléctrica**

**Fuente:** Programa computacional EasyPower 9.7

También se determinó que mediante simulaciones hay pérdidas en el sistema tanto en potencia real como en potencia reactiva. Teniendo valores de 1kW y 1kVAR. (Ver Cuadro N° 12). Así como el sobredimensionamiento de los cables eléctricos que conectan el panel principal con los diferentes paneles secundarios. Lo cual se analiza en el siguiente capítulo como una propuesta de mejora al dimensionar de manera adecuado estos cables eléctricos. (Ver Cuadro N° 13).

### Cuadro N° 13: Carga en los cables eléctricos

#### Line Overload Report

Overload Threshold = 10.00 %

| Line          |             |             |            | Load      |         |             |         |
|---------------|-------------|-------------|------------|-----------|---------|-------------|---------|
| From Bus Name | To Bus Name | Branch Name | Rated Amps | Load Amps | Loaded% | OverLoaded% | Comment |
| BUS-2         | MCC-1       | C-3         | 50.0       | 27.6      | 55.3%   | -44.7%      |         |
| BUS-2         | MCC-2       | C-4         | 175.0      | 38.7      | 22.1%   | -77.9%      |         |
| BUS-2         | BUS-4       | C-2         | 175.0      | 20.2      | 11.6%   | -88.4%      |         |
| BUS-3         | BUS-2       | C-1         | 200.0      | 86.6      | 43.3%   | -56.7%      |         |
| BUS-4         | MCC-4       | C-6         | 50.0       | 4.3       | 8.5%    | -91.5%      |         |
| BUS-4         | MCC-3       | C-5         | 50.0       | 16.0      | 31.9%   | -68.1%      |         |

**Fuente:** Programa computacional EasyPower

### 3.3.6 Revisión visual.

Además de los análisis tanto con instrumentos de medición, cálculos de pérdidas en conductores, simulaciones de cargas en las líneas, se realizó una inspección visual en toda la fábrica de helados Kedely, obteniendo oportunidades de mejoras que se describen a continuación.

### Iluminación

Se propone la optimización utilizando controles automáticos en el 2do y 3er piso donde no se tiene mucha actividad. Lo cual lleva a analizar el ahorro energético que se puede obtener en este aspecto.

### **Falta de puesta a tierra en instalaciones**

La fábrica de helados Kedely carece de instalaciones de puesta a tierra a nivel general, tanto en los tableros eléctricos como en los motores eléctricos. (Ver Gráfico N° 36).



**Gráfico N° 37: Instalaciones eléctricas sin puesta a tierra**

**Fuente:** Antonio Flores

### **Sobrecalentamiento de terminales**

Al revisar las instalaciones eléctricas, se observa que en las cajas de conexiones de los cuartos de fríos de 4HP y 6HP (trifásicos), tienen recalentamiento en los terminales L1 del compresor 6HP, y en los terminales L1, L2 del compresor de 4HP. (Ver Gráfico N° 37).



**Gráfico N° 38: Sobrecalentamiento de terminales**

**Fuente:** Antonio Flores

#### **Falta de Mantenimiento en cuartos fríos.**

Al revisar la parte del condensador se observó gran cantidad de polvo en los paneles del condensador. (Ver Gráfico N° 38). Además de encontrar en el cuarto frío de 6HP congelamiento en el sistema de refrigeración en el lado de baja presión. Todo esto disminuye el rendimiento de estos equipos y se ve reflejado en un consumo mayor al nominal.



**Gráfico N° 39: Cámaras de refrigeración con falta de mantenimiento**

**Fuente:** Antonio Flores

### 3.4 Conclusiones Parciales

- A través de los gráficos de control se observó que hay una energía no asociada a la producción de 4297,1kWh/mes, esto se debe a que la energía eléctrica también es utilizada en equipos para almacenamiento de los productos como son los cuartos fríos de 2HP, 4HP, 6HP (trifásicos), iluminación, oficina, así como 6 congeladores.
- El desbalance de corriente (Ver Cuadro N° 14), las pérdidas asociadas al cobre, y la corriente en el neutro, proporcionan datos para mediante la calculadora de pérdida de energía del analizador Fluke 435B Series II tener un potencial de ahorro de 0,826kW en cada hora equivalente a un ahorro anual de USD 481,7.

**Cuadro N° 14: Desbalance de corriente en circuitos principales**

| CIRCUITO | COMPONENTES   | R (A) | S (A) | T (A) |
|----------|---|-------|-------|-------|
| C1       | Pasteurizador, Iluminación y tomacorrientes piso 1                | 25,57 | 21,27 | 39,37 |
| C2       | Batidora 1, 2, 3 , Chupetera 1 y 2, cuarto frío 2HP y 4HP         | 35,07 | 33,12 | 37,67 |
| C3       | Cuarto frío 6HP, Iluminación y tomacorrientes piso 2              | 16,98 | 16,38 | 21,31 |
| C4       | Ascensor, calentador de agua, Iluminación y tomacorrientes piso 3 | 2,06  | 1,94  | 1,95  |
|          | TOTAL   | 79,7  | 72,7  | 100,3 |

**Fuente:** Antonio Flores

- Mediante el software Easypower 9,7 se analizó el comportamiento del flujo de carga, se determinó la capacidad del transformador en 65,3% y por ende la disponibilidad de 34,7%, así mismo se observó que hay pérdidas asociadas a la potencia real y reactiva, y sobredimensionamiento

de cables eléctricos dentro de las instalaciones de la fábrica de helados Kedely.

- Las oportunidades de mejoras encontradas a través de la inspección visual como son iluminación, falta de puesta a tierra, sobrecalentamiento de terminales, y la falta de mantenimiento en la fábrica de helados Kedely ayudan a cuantificar este potencial en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA.**

Este capítulo, se enfoca en la generación del plan de mejoras, una vez que en el capítulo tercero se determinó las oportunidades de mejoras, como es el caso de desbalances de potencia, pérdidas en el cobre, por corriente a tierra, falta de mantenimiento, sistema de iluminación, sobredimensionamiento de conductores, entre las que se plantea la siguiente propuesta para reducir el consumo del portador eléctrico.

#### **4.1 Título.**

Diseño de un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico en la fábrica de helados Kedely para reducir el consumo de energía eléctrica.

#### **4.2 Justificación de la Propuesta.**

La importancia de poseer un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico que permita utilizar de manera eficiente la energía eléctrica en las instalaciones de la fábrica de helados Kedely, permite tener una empresa eficiente en términos energéticos, y ayuda a eliminar problemas asociados con el desperdicio de energía (desbalances de potencia, corriente por tierra, sobredimensionamiento de conductores, falta de mantenimiento, e iluminación), que afectan al consumo y la vida útil de los equipos.

### **4.3 Objetivo de la Propuesta.**

Diseñar un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica en la empresa de fabricación de helados Kedely de la ciudad de Quito.

### **4.4 Estructura de la propuesta**

Para la propuesta se aplica el modelo del sistema de gestión energética ISO50001, de la Organización Internacional de Normalización. Este modelo indica un ciclo continuo de mejoramiento para llegar a niveles altos de gestión energética. En la investigación se inició desde un punto en el que no se tiene una gestión energética detallada. Por lo que se realizaron las siguientes etapas.

**Auditoría interna del Sistema de Gestión Energética para el portador eléctrico.-** Se realizó el monitoreo, medición y el análisis del portador eléctrico en el fábrica de helados Kedely, se utilizó instrumentos de medición como el analizador de calidad de energía Fluke 435B, software de simulación EasyPower9.7, además de las observaciones visuales, así como los cálculos realizados para determinar la capacidad de los conductores.

**Levantamiento de inconformidades.-** Desbalances de potencia, falta de puesta tierra, corriente por neutro, falta de mantenimiento, iluminación, estas inconformidades ayudaron para realizar el plan de mejoras.

Ya con estos datos se procede en el desarrollo del plan de mejoras el cual incluye plantear una política energética, planificación energética, aplicación y operación,

para llegar a un monitoreo, medición y análisis de las mejoras ya con base a la auditoría interna realizada. Luego de plantear las propuestas de mejoras el siguiente paso es aplicarlas (Verificar) y entrar en la revisión de la gestión energética, replanteando objetivos y fijando metas alcanzables.

#### **4.5 Desarrollo del plan de mejoras para la empresa Kedely.**

Enmarcado en el modelo ISO50001 la propuesta viene dada por los siguientes pasos para contribuir en el sistema de gestión energética.

1. Realizar la política energética de la empresa.- La cual debe mostrar la dirección que tiene la empresa en materia energética, alineada a largo plazo y de tener carácter dinámico.
2. Propuestas de acción del plan de mejoras.- Las cuales son productos de la auditoría energética realizada.
3. Monitoreo de mediciones y análisis.- Realizar un sistema de monitoreo de parámetros.

##### **4.5.1 Política energética.**

La empresa persigue un mejoramiento continuo, el cual pone como principio el uso de la energía de la manera adecuada, para ello se continuará evaluando las posibilidades de reducir el consumo energético dentro de las instalaciones, vincular a los trabajadores con este objetivo, y promover los estudios de investigación los cuales conlleven a posicionarnos como referentes en el sector del uso racional de la energía.

#### **4.5.2 Unidad de Gestión Energética Temporal.**

La unidad de Gestión Energética Temporal se conformará por la Gerencia General, Administrador Financiero, y el Jefe Técnico quienes serán los encargados de definir las responsabilidades del presente plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico.

Al ser una empresa pequeña donde el factor de la energía eléctrica se ve reflejado en el costo elevado del servicio, se propone nombrar al Jefe Técnico como “Coordinador de Energía”, el Gerente General está encargado de la aprobación del presente plan de mejoras, y el Administrador Financiero validará la propuesta económica y buscará los recursos necesarios para la implementación del plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico.

#### **4.5.3 Propuesta del Plan de Mejoras.**

Como se revisó en el capítulo 3, hay varios factores en los que se puede realizar mejoras con el objeto de disminuir el consumo de energía eléctrica dentro de la planta de energía que se detalla a continuación:

##### **Reducción de las pérdidas de energía.**

A través del analizador Fluke 435B Series II, se cuantifico el cálculo de pérdidas de energía, pérdidas en el cobre igual a 793W, las potencias desequilibradas igual a 20W por el desbalance de voltaje y corriente, la potencia debido a la corriente por neutro igual a 13W. Dan un potencial de ahorro de 0,826 kW equivalente a un ahorro anual de 7136,64 kWh/año

Mediante el software EasyPower9.7, se determina pérdidas en el sistema de 1kW, tomando en cuenta que los equipos dentro almacenamiento del producto permanecen encendidos las 24 horas del día, se tiene un potencial de ahorro de 24kWh que al año dan un total de 8640 kWh/año

Tanto el analizador de calidad de energía, como la simulación mediante software dan un valor similar, para el análisis se utiliza los valores del analizador de calidad de energía, ya que proporciona un visión más detalla y abarca las pérdidas por desbalance de líneas, pérdidas por el cobre y corriente en el neutro.

Para mejorar el sistema y reducir las pérdidas ocasionas por un sobredimensionamiento de cables eléctricos, se procederá a realizar el balance de cargas y el cambio de conductores que se encuentran sobredimensionados, además de calcular cual es el ahorro energético generado por el rediseño planteado.

Primero se determina la resistencia de los cables a utilizar. Utilizando las Ecuaciones N° 6 y 7.

**Ecuación N° 6: Resistencia de conductores.**

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (6)$$

Donde;

R= resistencia en  $\Omega$ .

$\rho$  = resistividad del cobre (0,0175  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m).

L=longitud del cable eléctrico en m y S= sección transversal mm<sup>2</sup>.

### Ecuación N° 7: Potencia Pérdida en cables eléctricos

$$P_p = R * I^2 \quad (7)$$

Donde;

$P_p$  = Potencia pérdida en Watios (W).

$R$  = Resistencia de cables en Ohmios ( $\Omega$ ).

$I$  = Corriente en Amperios (A).

### Cuadro N° 15: Ahorros en cables sobredimensionados

| CIRCUITO                | COMPONENTES   | POTENCIA                           |        | VOLTAJE<br>V            | FP   | Corriente<br>A | Distancia<br>L (m) | CABLE        |                             |                 |                             | Potencia<br>Ahorrada<br>(W) |
|-------------------------|---|------------------------------------|--------|-------------------------|------|----------------|--------------------|--------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                         |   | HP                                 | kW     |                         |      |                |                    | usado<br>AWG | Resistencia<br>( $\Omega$ ) | sugerido<br>AWG | Resistencia<br>( $\Omega$ ) |                             |
| C1                      | Pasteurizador, Iluminación y tomacorrientes piso 1                | 12                                 | 8,952  | 220                     | 0,92 | 25,57          | 3                  | 8            |                             | 6               |                             | 0,00                        |
| C2                      | Batidora 1, 2, 3 , Chupetera 1 y 2, cuarto frío 2HP y 4HP         | 17                                 | 12,682 | 220                     | 0,95 | 35,07          | 10                 | 2/0          |                             | 2/0             |                             | 0,00                        |
| C3                      | Cuato frío 6HP, Iluminación y tomacorrientes piso 2               | 7                                  | 5,222  | 220                     | 0,92 | 14,91          | 15                 | 2/0          | 0,0038935                   | 10              | 0,04990494                  | 10,23                       |
| C4                      | Ascensor, calentador de agua, Iluminación y tomacorrientes piso 3 | 1                                  | 0,746  | 220                     | 0,95 | 2,06           | 4                  | 8            | 0,0083732                   | 10              | 0,01330798                  | 0,02                        |
| Resistividad cobre      |   | 0,0175 $\Omega$ mm <sup>2</sup> /m |        |                         |      |                |                    |              |                             |                 |                             |                             |
| Energía al mes ahorrada |   | 7,38 kWh                           |        | Energía al año ahorrada |      | 88,56 kWh      |                    |              |                             |                 |                             |                             |
| Total                   |   |                                    |        | 10,25                   |      |                |                    |              |                             |                 |                             |                             |

**Fuente:** Antonio Flores

Utilizando las ecuaciones anteriores se tiene un ahorro energético por cambio de cables eléctricos sobredimensionados y balanceo de cargas igual a 88,56kWh/año. (Ver Cuadro N° 15).

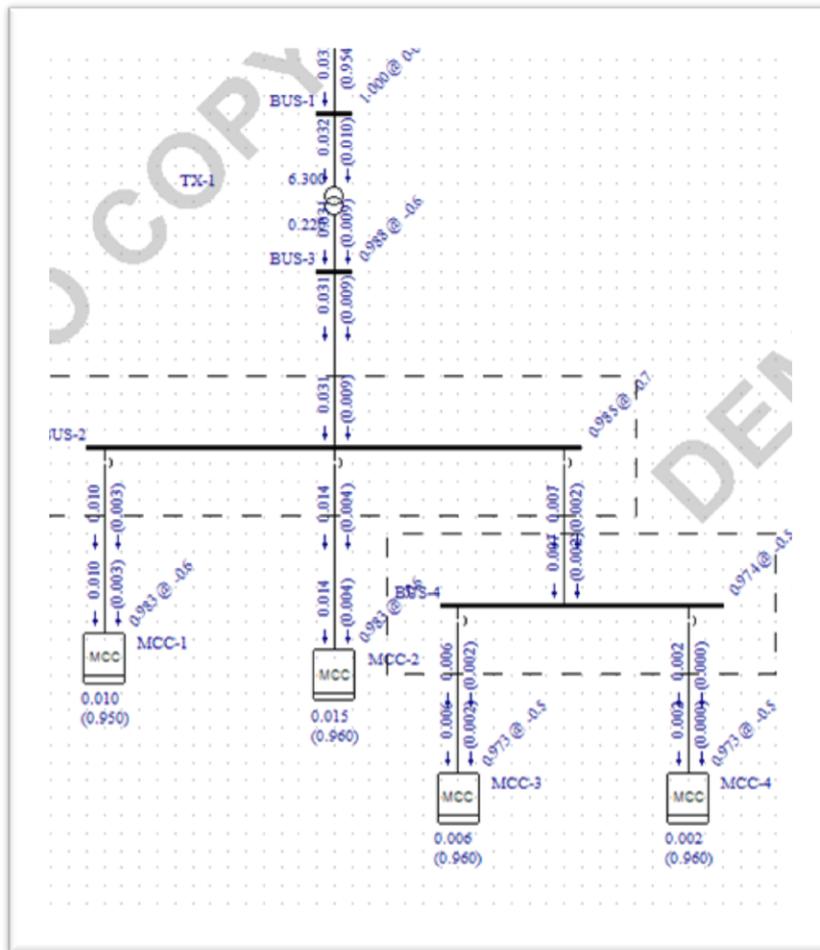


Gráfico N° 40: Simulación con las mejoras en cables eléctricos

Fuente: Antonio Flores

Cuadro N° 16: Descripción de la carga en cables eléctricos

**Line Overload Report**

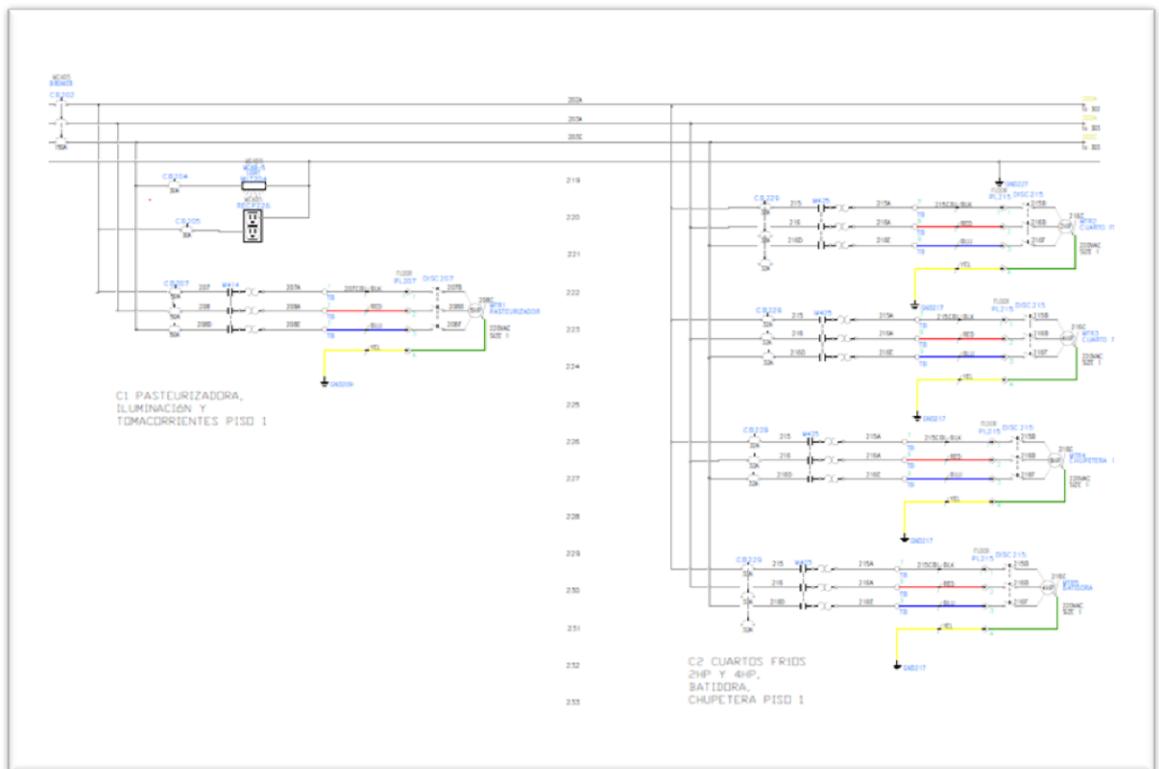
Overload Threshold = 10.00 %

| Line          |             |             |            | Load      |         |             |         |
|---------------|-------------|-------------|------------|-----------|---------|-------------|---------|
| From Bus Name | To Bus Name | Branch Name | Rated Amps | Load Amps | Loaded% | OverLoaded% | Comment |
| BUS-2         | MCC-1       | C-3         | 50.0       | 27.6      | 55.3%   | -44.7%      |         |
| BUS-2         | MCC-2       | C-4         | 115.0      | 38.8      | 33.7%   | -66.3%      |         |
| BUS-2         | BUS-4       | C-2         | 35.0       | 20.4      | 58.4%   | -41.6%      |         |
| BUS-3         | BUS-2       | C-1         | 200.0      | 86.8      | 43.4%   | -56.6%      |         |
| BUS-4         | MCC-4       | C-6         | 25.0       | 4.3       | 17.3%   | -82.7%      |         |
| BUS-4         | MCC-3       | C-5         | 35.0       | 16.1      | 46.1%   | -53.9%      |         |

Fuente: Programa computacional EasyPower

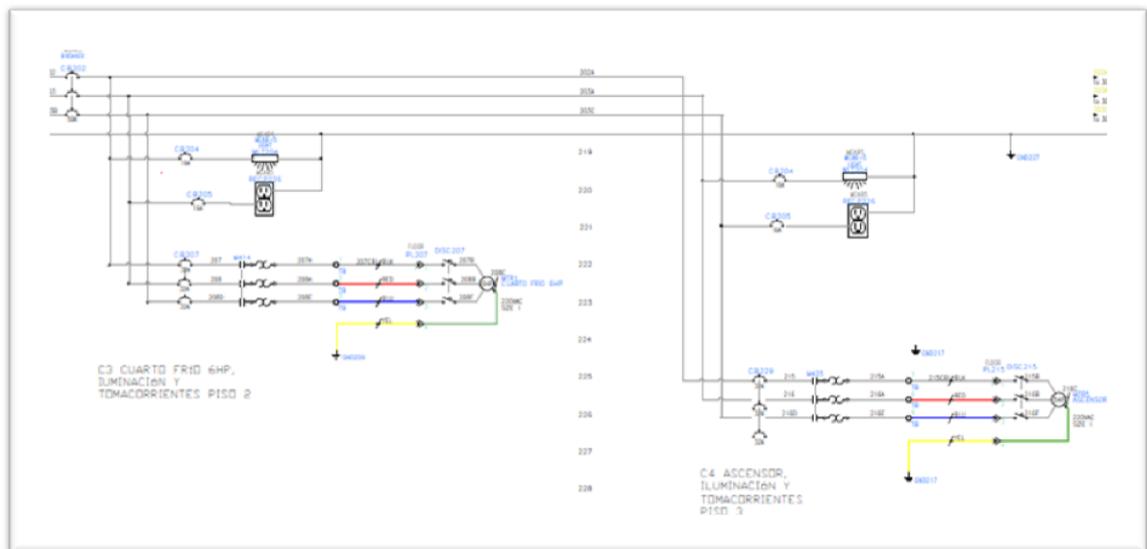
Esta propuesta de mejoras junto con la implementación de un sistema de puesta a tierra, brindaran tanto ahorro energéticos como seguridad a las máquinas eléctricas, las instalaciones y lo más importante a la seguridad de los empleados que operan los equipos. Además de eliminar problemas de sobrecarga en terminales que produzcan sobrecalentamiento de los mismo lo que se encontró en la auditoría de las instalaciones.

En los Gráficos N° 40 y 41 podemos observar la distribución de cargas, para balancear las cargas en las instalaciones de la empresa, esto se puede realizar en los tableros principales colocando los breakers en las líneas correspondientes.



**Gráfico N° 41: Distribución de carga 1er piso**

**Fuente:** Programa AutoCad Electric 2016



**Gráfico N° 42: Distribución de carga 2do y 3er piso**

**Fuente:** Programa AutoCad Electric 2016

### **Mejoras en el mantenimiento de cuartos fríos.**

Los cuartos fríos de 2HP, 4HP y 6HP (trifásicos), son los equipos que permanecen encendidos las 24 horas, en la auditoría se observó una falta de programa de mantenimiento para estos equipos, gran cantidad de polvo en los condensadores de las unidades de refrigeración, así como en el cuarto frío trifásico de 6HP se encontró congelamiento en el sistema de refrigeración en el lado de baja presión, se determinó que la opción de mejora es realizar la limpieza de unidades, luego de lo cual se proceda a determinar las presiones en el sistema tanto en baja como en alta para de esta manera determinar el estado del equipo y poder realizar las acciones correctivas.

Mediante la corriente medida y tomando de referencia los parámetros en condiciones nominales de los equipos se determina el potencial de ahorro que da un valor de 1,54kW este valor al año da un total de 13299kWh/año. (Ver Cuadro 17). Que servirá para validar la propuesta.

**Cuadro N° 17: Ahorros en mantenimiento cuartos fríos**

| EQUIPO                  | POTENCIA    | VOLTAJE | FP                      | AMPERIOS |           | POTENCIA |           |              |
|-------------------------|-------------|---------|-------------------------|----------|-----------|----------|-----------|--------------|
|                         | kW nominal  |         |                         | V        | A nominal | A medida | kW medido | kW Ahorrados |
| Cuarto frío 2HP         | 1,801       | 220     | 0,98                    | 4,83     | 5,44      | 2,029    | 0,228     |              |
| Cuarto frío 4HP         | 3,613       | 220     | 0,96                    | 9,89     | 11,14     | 4,070    | 0,457     |              |
| Cuarto frío 6HP         | 5,197       | 220     | 0,97                    | 14,08    | 16,39     | 6,051    | 0,854     |              |
| TOTAL                   |             |         |                         |          |           |          |           | 1,54         |
| Energía ahorrada al mes | 1108,25 kWh |         | Energía ahorrada al año |          | 13299 kWh |          |           |              |

**Fuente:** Antonio Flores

### **Optimización de iluminación 2do y 3er piso**

La mayor parte del proceso de fabricación de los helados Kedely se realiza en el 1er piso, es por ello que es indispensable el uso continuo de las luminarias en este piso, en el 2do piso y 3er piso prácticamente se encuentran áreas de almacenamiento, bodegas, zonas de preparación que son poco utilizadas en las instalaciones y se mantiene la luminaria encendida, es por eso que la opción de mejora es utilizar sensores de movimiento en cada piso en total 3 por cada piso estos 3 sensores controlaran las 10 luminarias que hay por cada piso.

En total 20 luminarias de 40W serán controladas por 6 sensores de movimientos ubicados en cada área para de esta manera optimizar el uso de luminarias, si de las 8 horas diarias de labores, se logra reducir 6 horas de encendido de estas 20 luminarias se tiene un ahorro por día de 4,8kWh/día con un total de 240 días laborables contando 20 días por mes. Se tiene un ahorro anual de 1152kWh/año.

#### **4.5.3 Monitoreo de parámetros.**

El monitoreo de parámetros se determinara en base a las observaciones realizadas en la auditoría interna donde se determinó las opciones de mejoras.

**Recolección de datos.-** Se recopilará los datos de los portadores energéticos. Para realizar comparaciones con los datos almacenados en esta investigación correspondiente de los años 2014 y 2015.

**Gráficas de control.-** Con la recolección de datos se realizará los gráficos de control, histogramas, índices de consumo vs producción para de esta manera realizar los cálculos de la energía no asociada al proceso. Y determinar las mejoras obtenidas en el período de evaluación.

**Mediciones en instalaciones eléctricas.-** Se realizará la adquisición de datos de calidad de energía, y las condiciones ideales en los diferentes equipos. Mediciones de corrientes, variaciones de voltaje, potencia, medidas de potencia real, potencia aparente, revisión de armónicos, corrientes en neutro.

**Tendencias de consumo.-** Utilizando la línea base, se verificará las condiciones energéticas en las instalaciones de la fábrica para de esta manera tener parámetros de eficiencia energética como es el índice de consumo específico anual.

**Replanteo de metas.-** En materia energética algo importante es replantearse objetivos y búsqueda de nuevas formas de ahorro energético para optimizar el consumo energético.

**Programa de mantenimiento.-** Un programa de mantenimiento para los equipos dentro de la fábrica es importante para minimizar el consumo del mismo.

Maximizar el rendimiento del enfriador: Los enfriadores asociados al compresor deben mantenerse limpios y proporcionarse con un adecuado flujo de agua o aire para rendimiento máximo. El aire de enfriamiento que no se ha filtrado, o que es arrastrado a través de filtros pobres, puede ensuciar el paso del frío y los álabes del ventilador. Proporcionar aire más frío al compresor. La entrada de aire lo más frío posible al compresor resulta en una menor energía de compresión. Debe por ello procurarse captar siempre aire lo más frío posible.

Las medidas a tomar son: limpiar o sustituir filtros, quitar obstáculos al caudal en los pasos de aire, controlar que la unidad está operando eficientemente midiendo los parámetros de operación y comparándolos con las condiciones de diseño.

En base a la ubicación de los puestos claves como son los cuartos fríos de 2HP, 4HP y 6HP (trifásicos), así como las chupeteras, batidoras y congeladores se determina una programación para realizar los mantenimientos de estos equipos y lograr que trabajen en condiciones óptimas. (Ver Cuadro N° 18).

**Cuadro N° 18: Programa de Mantenimiento**

| <b>EQUIPO</b>           | <b>MANTENIMIENTO</b>                  | <b>FRECUENCIA</b> |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Cuarto frío 2HP         | Limpieza de condensador               | Cada 4 meses      |
|                         | Limpieza de evaporador                |                   |
|                         | Revisión de fugas de gas refrigerante |                   |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Cuarto frío 4HP         | Limpieza de condensador               | Cada 4 meses      |
|                         | Limpieza de evaporador                |                   |
|                         | Revisión de fugas de gas refrigerante |                   |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Chupetera N 1           | Limpieza de condensador               | 3                 |
|                         | Revisión de fugas de gas refrigerante |                   |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Chupetera N 2           | Limpieza de condensador               | 3                 |
|                         | Revisión de fugas de gas refrigerante |                   |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Batidora emeri thompson | Revisión de fugas de gas refrigerante | 3                 |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Batidora emeri thompson | Revisión de fugas de gas refrigerante | 4                 |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Batidora Electrofreezer | Revisión de fugas de gas refrigerante | 5                 |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Congelador 1/6          | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Congelador 2/6          | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Congelador 3/6          | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Mezcladores             | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Cuarto frío 6HP         | Limpieza de condensador               | Cada 4 meses      |
|                         | Limpieza de evaporador                |                   |
|                         | Revisión de fugas de gas refrigerante |                   |
|                         | Mediciones de parámetros eléctricos   |                   |
| Congelador 4/6          | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Congelador 5/6          | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Congelador 6/6          | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| 2 Agitadores            | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |
| Ascensor                | Revision eléctrica                    | Cada 3 meses      |

**Fuente:** Antonio Flores

#### 4.6 Evaluación económica de la propuesta.

Luego de realizar el plan de mejoras para reducir el consumo energético de la empresa de fabricación de helados Kedely, se realiza la evaluación de la propuesta, ya que todo proyecto debe ser validado económicamente para su aceptación por parte de la gerencia.

Para la investigación se utiliza las herramientas financieras como son el Período de Recuperación de la Inversión conocido como PRI, el Valor Actual Neto VAN y la Tasa Interna de Retorno TIR para determinar si el proyecto es rentable

##### 4.6.1 Período de Recuperación de Inversión (PRI).

Es el tiempo en que se recupera la inversión inicial se calcula mediante la Ecuación N° 8, como la inversión inicial entre los ingresos esperados por año.

Ecuación 8 Período de Recuperación.

$$PRI = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Ingresos esperados}} \quad (8)$$

#### Cuadro N° 19: Ahorro energético anual en kWh y USD

| Ahorro energético   | Consumo kWh | Costo consumo USD | Costo alumbrado público USD | Costo tasa recolección de basura USD | Costo total ahorrado USD |
|---|-------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Calculadora pérdida de energía (desbalances de potencia, pérdidas en el cobre, corriente en neutro) | 7136,64     | 481,72            | 32,76                       | 53,95                                | 568,43                   |
| Cables sobredimensionados   | 88,56       | 5,98              | 0,41                        | 0,67                                 | 7,05                     |
| Mantenimiento cuartos fríos   | 13299,00    | 897,68            | 61,04                       | 100,54                               | 1059,27                  |
| Optimización Iluminación 2do y 3er piso   | 1152,00     | 77,76             | 5,29                        | 8,71                                 | 91,76                    |
| TOTAL   | 21676,20    | 1463,14           | 99,49                       | 163,87                               | 1726,51                  |

Fuente: Antonio Flores.

**Cuadro N° 20: Materiales y/o Servicios para implementar plan de mejoras**

| <b>Materiales y/o Servicios</b>                     | <b>Cantidad</b> | <b>Costo USD</b> |
|---|-----------------|------------------|
| Cable 2 AWG   | 40 mts          | 54,40            |
| Cable 10 AWG  | 60 mts          | 45,00            |
| Cable 12 AWG  | 16 mts          | 8,00             |
| Cable 2/0 AWG Puesta a tierra                       | 10 mts          | 37,10            |
| Varillas copper well 5/8" x 8 FT                    | 3 Unidades      | 42,00            |
| Sensores de movimiento                              | 6 Unidades      | 90,00            |
| Servicio de instalación de puesta a tierra          | 1               | 500,00           |
| Materiales para instalacion puesta a tierra         | 1               | 200,00           |
| Servicio eléctrico para cambio de cables eléctricos | 1               | 200,00           |
| Hidrolavadora para mantenimiento cuartos fríos      | 1               | 250,00           |
| Curso de capacitación de refrigeración industrial   | 1               | 600,00           |
| Transporte de materiales                            | 1               | 40,00            |
| <b>TOTAL</b>  |                 | <b>2066,50</b>   |

**Fuente:** Antonio Flores

Para la investigación se tiene que la inversión inicial de USD 2066,50. (Ver Cuadro N° 20). Equivalente a los gastos necesarios para implementar el plan de mejoras, y como ingresos esperados un valor del ahorro energético que se tendrá luego de aplicado el plan de mejoras igual a USD 1726,51. (Ver Cuadro N° 19). Este valor está calculado los ahorros tanto en consumo, como en impuestos adicionales como es el alumbrado público 6,8% del consumo, tasa de recolección de basura, el impuesto a bomberos no se lo toma en cuenta ya que es un valor fijo de USD 5,31 mensuales según el pliego tarifario de Diciembre del 2015.

Por lo tanto,

$$PRI = \frac{2066,50}{1726,51}$$

PRI = 1,19 años, esto es igual a 1 año, 2 mes y 11 días.

Tomando en cuenta el valor de facturación de energía eléctrica durante el año 2015 el valor de USD 13125,53 si se compara con los ahorros energéticos realizados en la propuesta de USD 1726,51, se observó que corresponden al 13,15%.

#### **4.6.2 Valor actual neto (VAN).**

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable se utiliza la Ecuación N° 9 para determinar el valor.

#### **Ecuación N° 9: Cálculo de Valor Actual Neto (VAN).**

$$VAN = \sum_{i=0}^{i=n} FF_i * \frac{1}{(1+d)^i} \quad (9)$$

Dónde:

$FF_i$  = Flujo de fondos del periodo i

d = tasa de descuento 17%.

i = periodo a descontar.

Para los cálculos se utiliza una tasa de descuento del 17%. Mediante las hojas de cálculos se realiza los cálculos del VAN para un período de 2 años obteniendo un valor de USD 2736,89. (Ver Cuadro N° 21).

### Cuadro N° 21: Cálculos del VAN y TIR

Tasa de descuento

17%

| Año       | 0       | 1       | 2       |
|-----------|---------|---------|---------|
| Inversión | -2066,5 | 1726,51 | 1726,51 |

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Valor Actual Neto VAN       | 2.736,89 |
| Tasa Interna de Retorno TIR | 42,27%   |

Fuente: Antonio Flores

Como el resultado es positivo indica que el proyecto es factible.

#### 4.6.3 Tasa interna de retorno (TIR).

Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el Valor Actual Neto (VAN). (Ver Ecuación 10). En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento.

#### Ecuación N° 10: Tasa Interna de Retorno TIR

$$VAN = 0 = \sum_{i=0}^{i=n} FF_i * \frac{1}{(1+d)^i} \quad (10)$$

El criterio para considerar un proyecto factible es que el TIR sea mayor que la tasa de descuento. Para la investigación el valor del TIR es de 42,27% superior al 17% de la tasa de descuento.

Analizando tanto los valores del período de recuperación, el valor actual neto y la tasa interna de retorno, se determina la factibilidad de la investigación.

#### **4.7 Evaluación ambiental de la propuesta.**

La emisión de CO<sub>2</sub> por kWh de electricidad producida, varía mucho entre los países y depende de la combinación de fuentes de energía utilizada para producir energía.

Ecuador tiene un índice de 0,289 kgCO<sub>2</sub>/kWh según la IEA Agencia Internacional de Energía con datos del 2009. Al tener un ahorro anual de 21676,2kWh con las propuestas mencionadas anteriormente se determina el valor anual de 6264,42kg de CO<sub>2</sub>, que se evita enviar al ambiente anualmente, ayudando a reducir el impacto ambiental.

Mediante la tabla de equivalencias de peso-volumen (Ver Anexo 11). Tenemos que  $1kg \text{ de } CO_2 = 0,546m^3$ , bajo condiciones de 14,7psi (1atm) y 70°F (21°C), por lo que la cantidad de 6264,42kg de CO<sub>2</sub> que evitaremos enviar al ambiente equivale a 3419,12m<sup>3</sup> en estado gaseoso.

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico, empleando la metodología del modelo ISO 50001, empezando por la auditoría interna, realizando el levantamiento de inconformidades como son pérdidas producidas en el sistema por desbalance de potencia con un porcentaje de 18,72% en la línea L3 y pérdidas en el cobre con un potencial de ahorro de 7136,64kWh, cables sobredimensionados con un potencial de ahorro anual de 88,56kWh, la falta de mantenimiento en cuartos fríos con un potencial de ahorro anual de 13299kWh, la optimización de iluminación mediante la utilización de sensores de movimiento con un potencial de ahorro anual de 1152kWh, el cual permite disminuir el consumo de energía eléctrica en un valor de 21676,2kWh al año.
- Se desarrolló la propuesta empleando una política energética, cuantificando el ahorro energético y realizando una metodología para el monitoreo de parámetros. El ahorro energético calculado representa un valor de USD 1726,51 anuales lo que corresponde al 13,15% de la facturación por consumo eléctrico del año 2015.
- Se determinó la energía no asociada a la producción tiene un comportamiento histórico de 4297,1kWh/mes, esto representa un 45,44% del consumo de energía eléctrica promedio, en el diagrama de dispersión un factor de correlación de 0,8143 ( $>0,75$ ), lo cual demuestra que existe correlación, y esto permite proyectar y planificar el consumo en función de la producción, mediante el comportamiento mensual de kWh/mes =  $0,029 * (\text{Unidades de helados producidas al mes}) + 4297,1$  (Energía no asociada).

- Se determinó las condiciones de carga del transformador con una carga promedio de 65,3% en un día con máxima carga. Una demanda de 30,250kW y una carga de 32,970kVA con un factor de potencia promedio de 0,92.
- Los indicadores financieros mostraron que el proyecto es viable, ya que al aplicar el plan de mejoras se tiene el valor de USD 2066,50 por concepto de materiales y/o servicios, con lo cual se tiene un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 1 año, 2 meses y 11 días, un Valor Actual Neto (VAN) de USD 2736,89 (positivo) y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 42,27% (mayor que la tasa de descuento 17%).
- La evaluación ambiental de la propuesta toma como referencia el ahorro energético anual de 21676,2kWh, Ecuador tiene un índice de 0,289kg CO<sub>2</sub> / kWh según la IEA Agencia Internacional de Energía con datos del 2009. Lo cual da un valor anual de 6264,42kg de CO<sub>2</sub>, si tenemos que, que  $1kg\ de\ CO_2 = 0,546m^3$ , bajo condiciones de 14,7psi (1atm) y 70°F (21°C), evitaremos enviar al ambiente equivale a 3419,12m<sup>3</sup> en estado gaseoso.

## RECOMENDACIONES

- Para incrementar la producción, se debe tener en cuenta la capacidad de carga del transformador, aun cuando la capacidad del día a máxima producción fue de 65,3% con una disponibilidad de 34,7% hay que tomar en cuenta que no todas las máquinas estaban en funcionamiento y que la carga máxima de las instalaciones es de 69,3kVA muy superior a los 50kVA del transformador.
- Una valoración del consumo energético por cada variedad de producto, y el seguimiento a los índices de consumo por producto y por procesos, brindarán una visión mucho mejor de ahorros energéticos, ya que esta investigación se enfocó a nivel general de producción de unidades.
- La gerencia general debe continuar el proceso de mejora continua propuesto en la norma ISO50001, realizando una auditoría especial y el respectivo seguimiento para la implementación de un sistema de gestión energética que cumpla con dicha con norma. Involucrando a los demás portadores energéticos para tener una visión global en materia energética.
- La fabricación de helados implica el uso de lácteos los cuales tienen grasas de origen animal, los residuos productos de la limpieza de los utensilios no son tratados de manera adecuada por lo que se recomienda la instalación de una planta de tratamiento de aguas en la zona de desinfección de utensilios.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Balances Energéticos Ecuador [en línea]. Agencia Internacional de Energía. 2009 Disponible en <http://www.iea.com> [Consulta: 2016, 10 de Enero].
- Constitución de la República del Ecuador. Año 2008.
- DE MARCOS, Rodrigo. Sistema domótico para una casa inteligente. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) (2013), pág. 68
- El cambio en el uso de la energía, clave para la recuperación de la industria española [en línea]. Energías Renovables. 2016 Disponible en <http://www.energias-renovables.com/articulo/puede-la-termsolar-abaratar-los-procesos-20160112-1> [Consulta: 2016, 16 de Enero].
- Estándar IEC 61000-4-30 Testing and measurement techniques–General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto
- Estándar IEEE 1159-1995 IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
- Gana el desafío de la energía con ISO50001 [en línea]. ISO. Disponible en [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf) [Consulta: 2015, 30 de Julio].
- GM OBB primera empresa del Ecuador en obtener la certificación ISO50001 [en línea]. Disponible en <http://www.acelerando.com.ec/industria/empresa/485-gm-obb-del-ecuador-recibe-certificacion-internacional> [Consulta: 2015, 30 de Septiembre].
- HERNANDEZ, Jesús: Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa, Escuela Politécnica Nacional (2005), pág. 77.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Publicación INEN participa en la presentación del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables [en línea]. Quito. Disponible en <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/INEN-INEEER.pdf> [Consulta: 2015, 14 de Julio].  
<http://www.ingesol.net/web/es/energia.html#>
- LARA Oscar: Diseño de un Plan de Mejoras para reducir las pérdidas de energía eléctrica y el ahorro del portador de electricidad en la fábrica de cereales “La Pradera” en la Parroquia Belisario Quevedo, en la Provincia de Cotopaxi, en el año 2013. Universidad Técnica de Cotopaxi (2013)
- MELO Franklin: Diagnóstico energético en el edificio principal de la empresa Eléctrica Quito. Escuela Politécnica Nacional (2007).
- Norma EN-50160 NORMATIVAS APLICABLES A LA CALIDAD ELÉCTRICA
- Norma IEEE 519 1992 Recomendaciones Prácticas y Requerimientos de la IEEE para el Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos de Potencia.
- Norma ISO50001: Normativa Internacional desarrollada por la Organización Internacional de Estandarización para mantener y mejorar un sistema de administración de energía.

## PAGINAS WEB

- <http://www.ingesol.net/web/es/energia.html#>
- <http://potenciaelectricamariosc.blogspot.com/2012/05/potencia-electrica-objetivo-dar-conocer.html>
- [http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II\\_umspa0100.pdf](http://www.tme.eu/es/Document/110abb34a936618e0915a0b41866eb38/F430-II_umspa0100.pdf)
- <http://seinonnews.blogspot.com/2011/06/07062011-caso-practico-2-gestion-de.html>
- [http://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/287/hertig\\_introduccion\\_a\\_la\\_calidad\\_de\\_potencia](http://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/287/hertig_introduccion_a_la_calidad_de_potencia)
- <http://edii.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf>
- <http://www.fluke.com/fluke/eces/medidores-de-calidad-de-la-energia-electrica/logging-power-meters/fluke-435-series-ii.htm?pid=73939>
- <http://www.easypower.com>
- <http://www.criogas.com.mx/pdf/tabla-de-equivalencias-peso-volumen-gas.pdf>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 – DOCUMENTOS DE PERMISO DE FUNCIONAMIENTO**

9

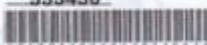


**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA**  
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA

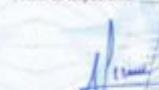
VIGILANCIA SANITARIA PROVINCIAL

**Nº 098999**

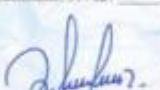
**PERMISO DE FUNCIONAMIENTO Nº 333430**  
AÑO **2013**



|   |  |  |
|---|--|--|
| Código del establecimiento:                   | <b>17</b>  |  |
| Nombre o razón social del establecimiento:    | <b>HELADOS KEDELY</b>  |  |
| Nombre del propietario o representante legal: | <b>MOSQUERA SOTOMAYOR JOSE</b>   |  |
| Nº RUC del establecimiento:                   | <b>1702778083001</b>   | Nº C.C. del propietario del establecimiento: <b>1702778083</b> |
| Ubicación del establecimiento:                | <b>QUITO</b>   | <b>LA LIBERTAD</b> <b>DIEZ Y NUEVE</b>                         |
| Tipo del establecimiento:                     | <b>FLORENCIO OLEARY 065-67 Y GENERAL MILLER 2572005</b><br><b>PLANTAS PROCESADORAS DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y ADITIVOS ALIM</b> |  |
| Categoría:                                    | <b>ARTESANAL</b>   |  |
| Actividad (s):                                | <b>ELAB. DE HELADOS</b>  |  |
| Orden de pago Nº:                             | <b>17091713</b>  | Valor: <b>\$ 38.16</b>   |
| Fecha de Exposición:                          | <b>10/05/2013</b>  | Fecha de Vencimiento: <b>31/12/2013</b>                        |



**DRA. AMPARO HERRERA C.**  
Directora Provincial de Salud



**DRA. LINDA RIOFRIO**  
Coordinadora de Vigilancia Sanitaria Provincial

Nota: Las condiciones bajo las cuales fue autorizado el funcionamiento son verificables en cualquier momento.





**Ministerio de Salud Pública**  
Dirección Provincial de Salud de Pichincha

**Nº 000566**

CONFIERE EL PRESENTE

## CERTIFICADO

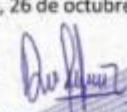
**José Mosquera Sotomayor**

**1702778083**

**Por haber asistido al curso de: TRANSPORTE DE ALIMENTOS Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA**



**DIRECTOR(A) PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA**



**COORDINADOR(A) DE CONTROL Y VIGILANCIA SANITARIA**

Quito, 26 de octubre de 2012

**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**LICENCIA METROPOLITANA ÚNICA PARA EL EJERCICIO DE LAS**  
**ACTIVIDADES ECONÓMICAS (LUAE) No. 0054725**

**EL MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y EL MINISTERIO DEL INTERIOR, CONFIEREN LA PRESENTE LICENCIA**

|                                |                                   |                   |                         |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Nombre LUAE                    | 00261                             | Número LUAE       | 113051                  |
| Nombre Titular                 | MOSQUERA SOTOMAYOR JOSE           | Número RUC        | 1202778093901           |
| Nombre Comercial               | FABRICA DE HELADOS KEDELY         | Propaganda        | Ordinaria - CATEGORIA 2 |
| Dirección                      | 20149N/UAE12434                   | Presupuesto Local | 40163                   |
| Ubicación                      | OLEARY O 6-67 Y MILLER            | Número ICUS       | 0                       |
| Actividad Económica            | 0301: PREPARACIÓN EN FORMA CASERA |                   |                         |
| Actividad Económica Específica | PREPARACIÓN DE HELADOS O CONFITES |                   |                         |

**AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS INCLUIDAS EN LA PRESENTE LUAE**      **VIGENCIA HASTA:** 31/03/2013

PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBEROS 54269

**LA PRESENTE LICENCIA NO EXIME AL ESTABLECIMIENTO DE POSIBLES SANCIONES POR DESACATO A LAS ORDENANZAS METROPOLITANAS VIGENTES**

La presente LUAE podrá ser extinguida por la Autoridad Administrativa Decentralada, cuando hubiere sido emitida sin cumplir con los requisitos establecidos en las normas administrativas o Reglas Técnicas que le hubieren sido aplicables.

El establecimiento queda sujeto a supervisiónes periódicas de las condiciones de funcionamiento.

**Este documento debe exhibirse obligatoriamente en un lugar visible.**

Quito, en el día \_\_\_\_\_ del 2011.

**MUNICIPIO DE QUITO**

MDMQ  
Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito

**Quito**  
DISTRITO METROPOLITANO

**La Secretaria de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito**

En uso de las facultades establecidas en el Código Municipal y en cumplimiento a lo dispuesto en el Capítulo V del Sistema de Auditorías Ambientales y Guías de Prácticas Ambientales de la Ordenanza Metropolitana Sustitutiva del Título V, "De la Prevención y Control del Medio Ambiente" Libro Segundo del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, otorga el presente:

**Certificado Ambiental**  
**POR GUÍAS DE PRÁCTICAS AMBIENTALES**  
**No. 843-C**

A: HELADOS KEDELY  
REGISTRO N° 1915-RAZC

Razón Social: MOSQUERA SOTOMAYOR JOSE

Ubicación: FLORENCIO OLEARY O 6-67 Y GENERAL MILLER

Este documento no exime al establecimiento del pago de la sanción por contaminación y/o incumplimiento durante su vigencia.

Vigencia del Certificado. Desde: 31/03/2011 hasta 31/03/2013

Dado en Quito a, 05 de abril del 2011

Realizado por: Gr  
Informe Técnico de Verificación No. 3359

Secretario(a) de Ambiente

SA-FA/ 0000504 de 6.000



**JUNTA NACIONAL DE DEFENSA DEL ARTESANO**

**RECALIFICACIÓN TALLER ARTESANAL  
Nro. 96878**

**50934**

**PERSONAL E  
INTRANSFERIBLE**

La Junta Nacional de Defensa del Artesano, visa la solicitud de Calificación Nro. 6884 presentada el 26/OCT/2013, previa el estudio e informe de la Unidad de Inspección y Calificación de Talleres Artesanales de la Dirección Técnica, y de conformidad al Art. 3 del Reglamento de Calificaciones y Rámbos de Trabajo vigente.

**RESUELVE**

Conceder el **CERTIFICADO DE RECALIFICACIÓN ARTESANAL**, con derecho a los beneficios contemplados en el inciso final del Art. 2, Arts. 16, 17, 18 y 19 de la Ley de Defensa del Artesano, en concordancia con el Art. 302 del Código de Trabajo, Art. 367 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, Arts. 29 y 56, numeral 19 de la Ley de Régimen Tributario Interno y Art. 17] de su Reglamento, a:

**MOSQUERA SOTOMAYOR JOSE  
CC# 1702778083**

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>RAMA ARTESANAL:</b>            | ELABORACIÓN DE HELADOS              |
| <b>RAZÓN SOCIAL:</b>              | O LEARY ORRERO Y MUJER (QUITO)      |
| <b>DIRECCIÓN TALLER:</b>          | CHICANA 009-04 Y AV. MANOCHA, QUROE |
| <b>DIRECCIÓN LOCAL COMERCIAL:</b> | 351.451.91                          |
| <b>CAPITAL INVERTIDO S:</b>       | 7/OCTUBRE/2011 (QUITO)              |
| <b>FECHA DE VIGILACIÓN:</b>       | 26/OCTUBRE/2011                     |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN:</b>       | 26/OCTUBRE/2014                     |
| <b>FECHA DE CADUCIDAD:</b>        |                                     |

DOCE FIRMAS Y FIRMA  
POR LA JUNTA NACIONAL DE DEFENSA DEL ARTESANO

*[Firma]*  
**Dr. Camilo Torres Razo  
SECRETARIO GENERAL**

*[Firma]*  
**LIC. LUIS DEL ROS VILLER  
VOCAL DEL EJECUTIVO JNDA**



*[Firma]*  
**Dr. Juan Barba Salazar  
DIRECTOR TECNICO NACIONAL (E)**

RESOLUCION JUEZ CONSTITUCIONAL: 02-11-AJ-AC-BB/11N



**SRI**  
Sistema Registral Integrado

### REGISTRO UNICO DE CONTRIBUYENTES PERSONAS NATURALES

**NUMERO RUC:** 178277883881  
**APELLIDOS Y NOMBRES:** MOSQUERA SOTOMAYOR JOSE

**NOMBRE COMERCIAL:**

**CLASE CONTRIBUYENTE:** CITICUS **DEBE DAR LEVANTAR CONTABILIDAD:** SI

**ORGANIZACIÓN ANTERIOR:** JUNTA NACIONAL (RII ART 19450) **NUMERO:** 8074

---

**FEC. NACIMIENTO:** 24/01/1978 **FEC. ACTUALIZACIÓN:** 09/04/2011

**FEC. INICIO ACTIVIDADES:** 01/07/06 **FEC. SUSPENSIÓN DEFINITIVA:**

**FEC. RESUMIEN:** 01/07/06 **FEC. RESUMIEN ACTIVIDADES:**

**ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL:**

**ACTIVIDADES DE PRODUCCION DE HELADOS:**

**DIRECCIÓN REGISTRADA:**  
Parroquia: PICHINCHA Canton: QUITA Parroquia: LA LIBERTAD Calle: FLORENCIO OLEARY Numero: 054 47 Interoceano  
GENERAL BRILEY Referencia: A UNA CUADRA DE LA ESCUELA CARLOS NAVIELLA JACOME Telefono: 0207908

**DIRECCIÓN ESPECIAL:**

**DECLARACIONES TRIBUTARIAS:**

\* DECLARACION MENSUAL IVA

\* IMPUESTO A LA PROPIEDAD DE LOS VEHICULOS MOTORIZADOS

Las personas naturales que efectúan las citadas declaraciones en el Reglamento para la aplicación de la Ley de Exención Tributaria, quedan obligados a llevar contabilidad, contable o libro en respectos de ventas y en podrán acceder al Régimen Simplificado (RSI)

Para declarar sus declaraciones con sanciones de multa y multa simple con las condiciones para ello, con una referencia en 10% de IVA y sanción de multa y multa simple de 1% de IVA.

Si alguno de los contribuyentes en el registro está obligado a llevar contabilidad para el Régimen simplificado Total y la información de sus declaraciones será mensual.

**2 DE ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS** **INACTIVOS:** 1 **ACTIVOS:** 1

**DISTRIBUCION:** **REGIONAL NOROCCIDENTAL** **GERENCIALES:** 4

*Jose Mosquera* *Jose Mosquera*

FIRMA DEL CONTRIBUYENTE **SRI.gov.ec**

Código: 0207908 Lugar de emisión: QUITA (CANTON QUITA) QUITA Fecha e hora: 04/05/11 11:24:04

**SRI**  
Sistema Registral Integrado

### REGISTRO UNICO DE CONTRIBUYENTES PERSONAS NATURALES

**NUMERO RUC:** 178277883881  
**APELLIDOS Y NOMBRES:** MOSQUERA SOTOMAYOR JOSE

**ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS:**

**No. ESTABLECIMIENTO:** 001 **ESTADO:** INACTIVO **MOTIVO:** MADRE **FEC. INICIO ACT. MADRE:**

**NOMBRE COMERCIAL:** HELADOS ABOY Y **FEC. CERRAR:**

**ACTIVIDADES ECONOMICAS:** **FEC. REABRIR:**

**ACTIVIDADES DE PRODUCCION DE HELADOS:**

**DIRECCIÓN ESTABLECIMIENTO:**  
Parroquia: PICHINCHA Canton: QUITA Parroquia: LA LIBERTAD Calle: LA COLONIA Calle: FLORENCIO OLEARY Numero: 054 47 Interoceano  
GENERAL BRILEY Referencia: A UNA CUADRA DE LA ESCUELA CARLOS NAVIELLA JACOME Telefono: 0207908

**No. ESTABLECIMIENTO:** 002 **ESTADO:** INACTIVO **FEC. INICIO ACT. MADRE:**

**NOMBRE COMERCIAL:** HELADOS ABOY Y **FEC. CERRAR:**

**ACTIVIDADES ECONOMICAS:** **FEC. REABRIR:**

**VENTA A POR MENOR DE HELADOS:**

**DIRECCIÓN ESTABLECIMIENTO:**  
Parroquia: PICHINCHA Canton: QUITA Parroquia: LA LIBERTAD Calle: LA COLONIA Calle: FLORENCIO OLEARY Numero: 054 47 Interoceano  
GENERAL BRILEY Referencia: FRENTE AL CENTRO COMERCIAL BRILEY Telefono: QUITA: 0207908

**No. ESTABLECIMIENTO:** 003 **ESTADO:** INACTIVO **FEC. INICIO ACT. MADRE:**

**NOMBRE COMERCIAL:** APOYO **FEC. CERRAR:** 01/04/06

**ACTIVIDADES ECONOMICAS:** **FEC. REABRIR:**

**ACTIVIDADES DE PRODUCCION DE HELADOS:**

**DIRECCIÓN ESTABLECIMIENTO:**  
Parroquia: PICHINCHA Canton: QUITA Parroquia: LA LIBERTAD Calle: LA COLONIA Calle: FLORENCIO OLEARY Numero: 054 47 Interoceano  
GENERAL BRILEY Referencia: A UNA CUADRA DE LA ESCUELA CARLOS NAVIELLA JACOME Telefono: QUITA: 0207908

*Jose Mosquera* *Jose Mosquera*

FIRMA DEL CONTRIBUYENTE **SRI.gov.ec**

Código: 0207908 Lugar de emisión: QUITA (CANTON QUITA) QUITA Fecha e hora: 04/05/11 11:24:04

**ANEXO 2 – AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN  
EN LA EMPRESA HELADOS KEDELY**



O'Leary Oe6-60 y Miller (Sector Los Dos Puentes)

Telf. 2512-383/ 2572-005

---

Quito, a 17 de Octubre del 2015

### AUTORIZACION

Yo, Ing. Jose Mosquera Sotomayor con C.I. 1702778083, autorizo al Ing. Luis Antonio Flores Asimbaya a realizar su tesis de titulación de la Maestría en Gestión de Energías con el tema: “DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HELADOS KEDELY DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL AÑO 2015. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO”, para lo cual se entregará toda la información relevante al tema.



Ing. José Mosquera Sotomayor  
Gerente Propietario

**ANEXO 3 – PRODUCTOS QUE REALIZA LA EMPRESA Y REGISTROS  
SANITARIOS**



| Lista de productos  | No. Registro Sanitario |
|---|------------------------|
| Helado gemelo con sabor a tamarindo.....  | 04910INHQAN0205        |
| Helado de agua con sabor a naranja, uva y cereza.....   | 15265INHQAN0113        |
| Helado de agua con sabor a mora.....  | 15127INHQAN1212        |
| Helado de agua con sabor a limón y naranja.....   | 15430INHQAN0313        |
| Helado de agua con sabor a piña con trozos de fruta.....  | 15165INHQAN1212        |
| Helado de agua con sabor a limón.....   | 014094INHQAN0212       |
| Helado de sorbete con sabor a coco.....   | 15148INHQAN1212        |
| Helado de sorbete con sabor a uva.....  | 15149INHQAN2012        |
| Helado de sorbete con sabor a chicle.....   | 15104INHQAN1212        |
| Helado de sorbete con sabor a chocolate y vainilla.....   | 15270INHQAN0213        |
| Helado de leche con chocolate.....  | 15343INHQAN0213        |
| Helado de leche con sabor a chicle.....   | 15322INHQAN0213        |
| Helado de leche con sabor a fresa.....  | 15319INHQAN0213        |
| Helado de leche con sabor a ron.....  | 15323INHQAN0213        |
| Helado de crema de leche sabor a coco.....  | 15321INHQAN0213        |
| Helado de leche con grasa vegetal sabor a vainilla con cobertura sabor a chocolate.....               | 15315INHQAN0213        |
| Helado de leche con grasa vegetal sabor a vainilla en cono dulce con cobertura sabor a chocolate..... | 15368INHQAN0313        |

Fuente: Helados Kedely

**ANEXO 4 – CÁLCULOS DE GRAFICAS DE CONTROL EMPRESA  
KEDELY 2014-2015**

| MES          | kWh       | Unidades | kWh/Unid | kWh Prom | Prom+3DesvStd | Prom- 3DesvStd | Prom IC | Prom+3DesvStd | Prom- 3DesvStd | Prod    | IC     |
|--------------|-----------|----------|----------|----------|---------------|----------------|---------|---------------|----------------|---------|--------|
| Ene-14       | 11012     | 220144   | 0,0500   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 2.000   | 3,3351 |
| Feb-14       | 7893      | 158862   | 0,0497   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 32.000  | 0,2234 |
| Mar-14       | 7962      | 147805   | 0,0539   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 62.000  | 0,1231 |
| Abr-14       | 9911      | 214404   | 0,0462   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 92.000  | 0,0882 |
| May-14       | 9553      | 156246   | 0,0611   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 122.000 | 0,0704 |
| Jun-14       | 9400      | 180918   | 0,0520   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 152.000 | 0,0597 |
| Jul-14       | 10797     | 215563   | 0,0501   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 182.000 | 0,0525 |
| Ago-14       | 9528      | 180726   | 0,0527   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 212.000 | 0,0473 |
| Sept-14      | 9842      | 199261   | 0,0494   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 242.000 | 0,0434 |
| Oct-14       | 10004     | 191563   | 0,0522   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 272.000 | 0,0404 |
| Nov-14       | 8520      | 139899   | 0,0609   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 302.000 | 0,0380 |
| Dic-14       | 8771      | 171244   | 0,0512   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 332.000 | 0,0360 |
| Ene-15       | 9757      | 174219   | 0,0560   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 362.000 | 0,0343 |
| Feb-15       | 8100      | 123761   | 0,0654   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 392.000 | 0,0329 |
| Mar-15       | 8716      | 152647   | 0,0571   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 422.000 | 0,0317 |
| Abr-15       | 9359      | 173182   | 0,0540   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 452.000 | 0,0307 |
| May-15       | 8909      | 143303   | 0,0622   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 482.000 | 0,0298 |
| Jun-15       | 9294      | 171072   | 0,0543   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 512.000 | 0,0290 |
| Jul-15       | 9746      | 179782   | 0,0542   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 542.000 | 0,0282 |
| Ago-15       | 9168      | 179928   | 0,0510   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 572.000 | 0,0276 |
| Sept-15      | 11054     | 228461   | 0,0484   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 602.000 | 0,0270 |
| Oct-15       | 9519      | 182375   | 0,0522   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 632.000 | 0,0265 |
| Nov-15       | 9019      | 153782   | 0,0586   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 662.000 | 0,0260 |
| Dic-15       | 11109     | 225706   | 0,0492   | 9.456    | 12.209        | 6.703          | 0,0538  | 0,0685        | 0,0392         | 692.000 | 0,0256 |
| Total        | 226943,00 | 4264851  | 1,2921   |          |               |                |         |               |                | 722.000 | 0,0252 |
| Promedio     | 9455,96   | 177702   | 0,0538   |          |               |                |         |               |                | 752.000 | 0,0248 |
| Desv.Std.    | 917,79    |          | 0,0049   |          |               |                |         |               |                | 782.000 | 0,0245 |
| Valor máximo | 12209,31  |          | 0,0685   |          |               |                |         |               |                | 812.000 | 0,0242 |
| Valor mínimo | 6702,60   |          | 0,0392   |          |               |                |         |               |                |         |        |
| % E. No Aso  | 45,44     |          |          |          |               |                |         |               |                |         |        |

| Mes     | kWh real | Unidades Producidas | kWh calculado | Diferencia | CUSUM |
|---------|----------|---------------------|---------------|------------|-------|
| Jul-15  | 9746,00  | 179782              | 9.511         | 235        | 235   |
| Ago-15  | 9168,00  | 179928              | 9.515         | -347       | -112  |
| Sept-15 | 11254,00 | 228461              | 10.922        | 332        | 220   |
| Oct-15  | 9519,00  | 182375              | 9.586         | -67        | 153   |
| Nov-15  | 9019,00  | 153782              | 8.757         | 262        | 415   |
| Dic-15  | 11109,00 | 225706              | 10.843        | 266        | 681   |

$$y = 0.029x + 4297,1$$

**ANEXO 5 – ÁREAS DE TRABAJO Y DEMANDA INSTALADA**

**1 er Piso (Pasteurización, Área de Producción)**

| EQUIPO                  | COMPONENTES     | POTENCIA |       | VOLTAJE | FASES | FP   | AMPERIOS |
|-------------------------|-----------------|----------|-------|---------|-------|------|----------|
|                         |                 | HP       | kW    | V       |       |      | A        |
| Pasteurizadora          | Resistencias    |          | 4,800 | 220     | 3     | 0,98 | 12,87    |
|                         | Bomba           | 1        | 0,746 | 220     | 2     | 0,94 | 3,61     |
|                         | Mezclador       | 0,75     | 0,559 | 220     | 3     | 0,69 | 2,13     |
|                         | Enfriador       | 3        | 2,237 | 220     | 3     | 0,97 | 6,06     |
| Cuarto frío 2HP         | Compresor       | 2        | 1,491 | 220     | 3     | 0,98 | 4,00     |
|                         | Ventilador      |          |       |         |       |      |          |
|                         | Condensador     |          | 0,170 | 220     | 2     | 0,94 | 0,82     |
|                         | 2 Ventiladores  |          | 0,140 | 220     | 2     | 0,95 | 0,67     |
|                         | 2 Resistencias  |          | 2,400 | 220     | 2     | 0,98 | 11,13    |
| Cuarto frío 4HP         | Compresor       | 4        | 2,983 | 220     | 3     | 0,96 | 8,16     |
|                         | 2 Ventilador    |          |       |         |       |      |          |
|                         | Condensador     |          | 0,350 | 220     | 2     | 0,98 | 1,62     |
|                         | 4 Ventiladores  |          | 0,280 | 220     | 2     | 0,98 | 1,30     |
|                         | 3 Resistencias  |          | 3,600 | 220     | 3     | 0,98 | 9,65     |
| Chupetera N 1           | Compresor       | 7,5      | 5,593 | 220     | 3     | 0,97 | 15,15    |
|                         | Agitador        | 0,5      | 0,373 | 220     | 2     | 0,97 | 1,75     |
|                         | Ventilador      | 0,25     | 0,186 | 220     | 2     | 0,98 | 0,86     |
| Chupetera N 2           | Compresor       | 7,5      | 5,593 | 220     | 3     | 0,93 | 15,80    |
|                         | Agitador        | 1,5      | 1,119 | 220     | 3     | 0,95 | 3,09     |
|                         | 2 Ventiladores  | 0,5      | 0,373 | 220     | 1     | 0,98 | 1,73     |
| Batidora emeri thompson | Compresor       | 2        | 1,491 | 220     | 3     | 0,95 | 4,12     |
|                         | Batidor         | 2        | 1,491 | 220     | 3     | 0,98 | 4,00     |
| Batidora emeri thompson | Compresor       | 2        | 1,491 | 220     | 3     | 0,92 | 4,26     |
|                         | Batidor         | 2        | 1,491 | 220     | 3     | 0,94 | 4,17     |
| Batidora Electrofreezer | Compresor       | 2,8      | 2,088 | 220     | 3     | 0,94 | 5,84     |
|                         | 2 motores bati. | 4        | 2,983 | 220     | 3     | 0,88 | 8,91     |
| Congelador 1/6          |                 | 0,2      | 0,149 | 110     | 1     | 0,92 | 1,47     |
| Congelador 2/6          |                 | 0,25     | 0,186 | 110     | 1     | 0,92 | 1,84     |
| Congelador 3/6          |                 | 0,25     | 0,186 | 110     | 1     | 0,92 | 1,84     |
| Ozonizador              |                 |          | 0,001 | 110     | 1     | 0,98 | 0,01     |
| Cocina eléctrica        | 2               |          | 2,400 | 110     | 1     | 0,98 | 22,26    |
| Mezcladores             | 2               |          | 2,200 | 220     | 2     | 0,79 | 12,66    |

**Potencia Total kW                      49,152**

**2 do Piso (Área de Mezcla y Almacenamiento)**

| EQUIPO            | COMPONENTES    | POTENCIA |       | VOLTAJE | FASES | FP   | AMPERIOS |
|-------------------|----------------|----------|-------|---------|-------|------|----------|
|                   |                | HP       | kW    | V       |       |      | A        |
| Cuarto frío 6HP   | Compresor      | 6        | 4,474 | 220     | 3     | 0,97 | 12,12    |
|                   | 2 Ventiladores | 0,5      | 0,373 | 220     | 2     | 0,98 | 1,73     |
|                   | 5 Ventiladores |          | 0,350 | 220     | 2     | 0,95 | 1,67     |
|                   | 3 Resistencias |          | 3,600 | 220     | 3     | 0,94 | 10,06    |
| Congelador 4/6    |                | 0,2      | 0,149 | 110     | 1     | 0,92 | 1,47     |
| Congelador 5/6    |                | 0,25     | 0,186 | 110     | 1     | 0,92 | 1,84     |
| Congelador 6/6    |                | 0,25     | 0,186 | 110     | 1     | 0,92 | 1,84     |
| 2 Agitadores      |                | 2        | 1,491 | 220     | 3     | 0,88 | 4,45     |
| Ozonizador grande |                |          | 0,005 | 220     | 2     | 0,88 | 0,03     |

**Potencia Total kW                      10,815**

**3 er Piso (Área de Almacenamiento y Desinfección)**

| EQUIPO             | COMPONENTES | POTENCIA |       | VOLTAJE | FASES | FP   | AMPERIOS |
|--------------------|-------------|----------|-------|---------|-------|------|----------|
|                    |             | HP       | kW    | V       |       |      | A        |
| Ascensor           |             | 5        | 3,729 | 220     | 3     | 0,85 | 11,53    |
| Calentador de agua |             |          | 1,500 | 220     | 2     | 0,98 | 6,96     |

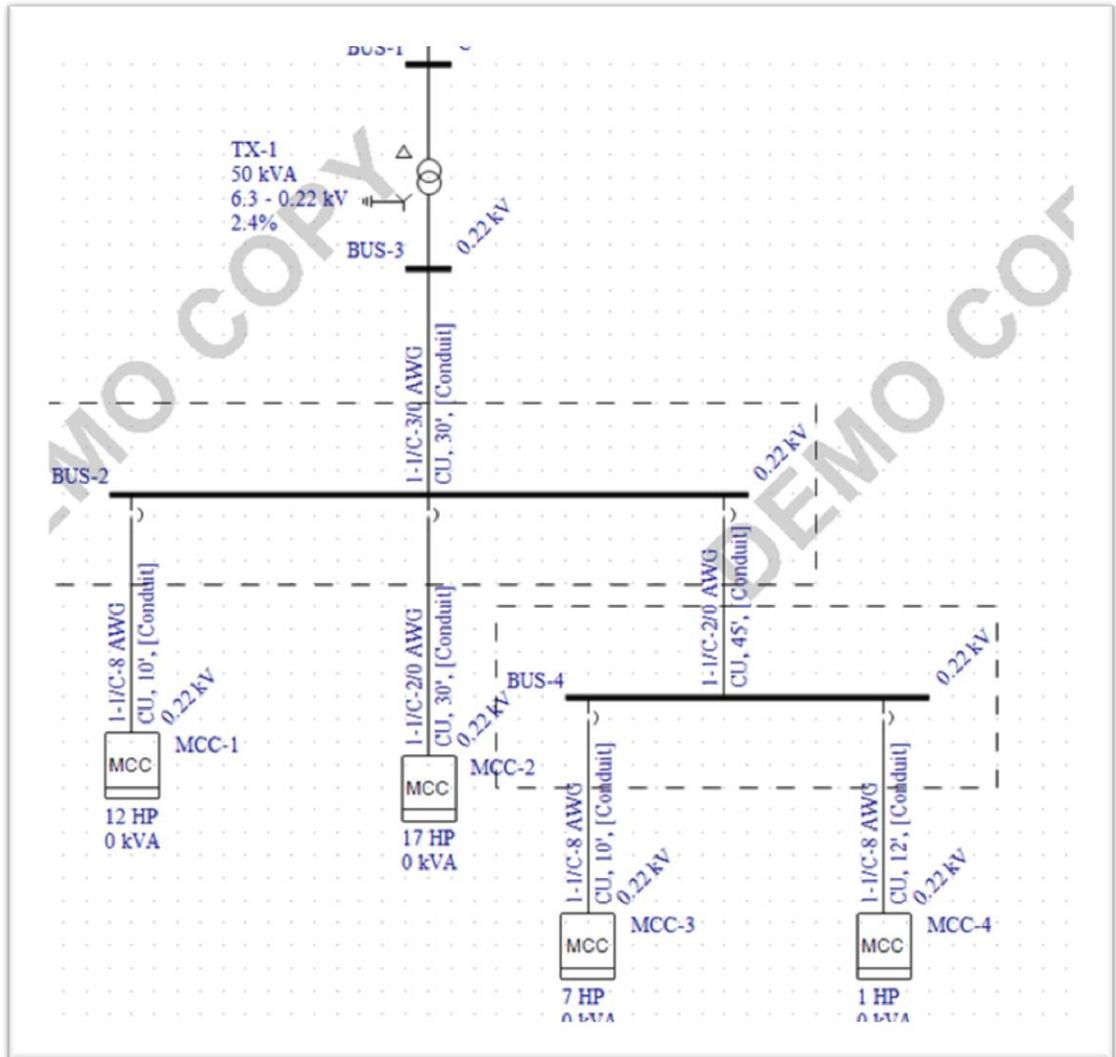
**Potencia Total kW                      5,229**

**Iluminación y Oficina**

| EQUIPO               | COMPONENTES | POTENCIA | VOLTAJE | FASES | AMPERIOS |
|----------------------|-------------|----------|---------|-------|----------|
|                      |             | kW       | V       |       | A        |
| <b>1er piso</b>      |             |          |         |       |          |
| Iluminación          | 15          | 0,600    | 110     | 1     | 5,45     |
| Teléfono inalámbrico | 1           | 0,040    | 110     | 1     | 0,36     |
| Modem Telefónico     | 1           | 0,005    | 110     | 1     | 0,05     |
| Intercomunicador     | 1           | 0,060    | 110     | 1     | 0,55     |
| Laptop               | 1           | 0,120    | 110     | 1     | 1,09     |
| Impresora            | 1           | 0,020    | 110     | 1     | 0,18     |
| <b>2do piso</b>      |             |          |         |       |          |
| Iluminación          | 10          | 0,400    | 120     | 1     | 3,33     |
| <b>3 er piso</b>     |             |          |         |       |          |
| Iluminación          | 10          | 0,400    | 110     | 1     | 3,64     |

**Potencia Total kW                      1,645**

**ANEXO 6 – DIAGRAMA UNIFILAR FÁBRICA DE HELADOS KEDELY**



**ANEXO 7 – CONSUMO DE PORTADORES ENERGÉTICOS EMPRESA  
KEDELY.**

| Mes - Año          | CONSUMO DE PORTADORES ENERGÉTICOS |                 |                |               |               |              |                 |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|
|                    | Electricidad                      |                 | Agua Potable   |               | GLP           |              | Valor Total     |
|                    | kWh                               | USD             | m3             | USD           | kg            | USD          | USD             |
| Ene-14             | 11012,00                          | 916,71          | 27             | 15,73         | 30            | 3,20         | 935,64          |
| Feb-14             | 7893,00                           | 761,55          | 41             | 29,70         | 45            | 4,80         | 796,05          |
| Mar-14             | 7962,00                           | 776,84          | 45             | 33,69         | 30            | 3,20         | 813,73          |
| Abr-14             | 9911,00                           | 949,53          | 47             | 35,69         | 30            | 3,20         | 988,42          |
| May-14             | 9553,00                           | 920,61          | 43             | 31,71         | 15            | 1,60         | 953,92          |
| Jun-14             | 9400,00                           | 1096,78         | 53             | 41,67         | 30            | 3,20         | 1141,65         |
| Jul-14             | 10797,00                          | 1242,60         | 44             | 32,38         | 45            | 4,80         | 1279,78         |
| Ago-14             | 9528,00                           | 1120,70         | 46             | 34,03         | 30            | 3,20         | 1157,93         |
| Sept-14            | 9842,00                           | 1117,13         | 44             | 32,38         | 45            | 4,80         | 1154,31         |
| Oct-14             | 10004,00                          | 1117,06         | 40             | 29,28         | 30            | 3,20         | 1149,54         |
| Nov-14             | 8520,00                           | 973,28          | 36             | 26,45         | 30            | 3,20         | 1002,93         |
| Dic-14             | 8771,00                           | 998,43          | 42             | 31,05         | 45            | 4,80         | 1034,28         |
| <b>TOTAL 2014</b>  | <b>113193,00</b>                  | <b>11991,20</b> | <b>508,00</b>  | <b>373,76</b> | <b>405,00</b> | <b>43,20</b> | <b>12408,16</b> |
| Ene-15             | 9757,00                           | 1116,66         | 43             | 31,71         | 30            | 3,20         | 1151,57         |
| Feb-15             | 8100,00                           | 945,47          | 41             | 29,71         | 30            | 3,20         | 978,38          |
| Mar-15             | 8716,00                           | 1015,94         | 45             | 33,70         | 30            | 3,20         | 1052,84         |
| Abr-15             | 9359,00                           | 1083,57         | 47             | 35,70         | 45            | 4,80         | 1124,07         |
| May-15             | 8909,00                           | 1036,45         | 54             | 42,68         | 30            | 3,20         | 1082,33         |
| Jun-15             | 9294,00                           | 1079,52         | 53             | 41,68         | 45            | 4,80         | 1126,00         |
| Jul-15             | 9746,00                           | 1130,10         | 63             | 52,02         | 30            | 3,20         | 1185,32         |
| Ago-15             | 9168,00                           | 1070,86         | 47             | 36,42         | 45            | 4,80         | 1112,08         |
| Sept-15            | 11054,00                          | 1269,66         | 72             | 61,73         | 30            | 3,20         | 1334,59         |
| Oct-15             | 9519,00                           | 1093,38         | 63             | 53,11         | 30            | 3,20         | 1149,69         |
| Nov-15             | 9019,00                           | 1037,97         | 45             | 35,50         | 45            | 4,80         | 1078,27         |
| Dic-15             | 11109,00                          | 1245,96         | 46             | 36,86         | 30            | 3,20         | 1286,02         |
| <b>TOTAL 2015</b>  | <b>113750,00</b>                  | <b>13125,53</b> | <b>619,00</b>  | <b>490,82</b> | <b>420,00</b> | <b>44,80</b> | <b>13661,15</b> |
| <b>TOTAL 14-15</b> | <b>226943,00</b>                  | <b>25116,72</b> | <b>1127,00</b> | <b>864,58</b> | <b>825,00</b> | <b>88,00</b> | <b>26069,30</b> |

**ANEXO 8 – CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA kWh Y  
PRODUCCIÓN AÑO 2014 Y 2015.**

| <b>MES</b>     | <b>kWh</b> | <b>UNI PRODUCTOS</b> |
|----------------|------------|----------------------|
| <b>Ene-14</b>  | 11.012     | 220.144              |
| <b>Feb-14</b>  | 7.893      | 158.862              |
| <b>Mar-14</b>  | 7.962      | 147.805              |
| <b>Abr-14</b>  | 9.911      | 214.404              |
| <b>May-14</b>  | 9.553      | 156.246              |
| <b>Jun-14</b>  | 9.400      | 180.918              |
| <b>Jul-14</b>  | 10.797     | 215.563              |
| <b>Ago-14</b>  | 9.528      | 180.726              |
| <b>Sept-14</b> | 9.842      | 199.261              |
| <b>Oct-14</b>  | 10.004     | 191.563              |
| <b>Nov-14</b>  | 8.520      | 139.899              |
| <b>Dic-14</b>  | 8.771      | 171.244              |
| <b>Ene-15</b>  | 9.757      | 174.219              |
| <b>Feb-15</b>  | 8.100      | 123.761              |
| <b>Mar-15</b>  | 8.716      | 152.647              |
| <b>Abr-15</b>  | 9.359      | 173.182              |
| <b>May-15</b>  | 8.909      | 143.303              |
| <b>Jun-15</b>  | 9.294      | 171.072              |
| <b>Jul-15</b>  | 9.746      | 179.782              |
| <b>Ago-15</b>  | 9.168      | 179.928              |
| <b>Sept-15</b> | 11.054     | 228.461              |
| <b>Oct-15</b>  | 9.519      | 182.375              |
| <b>Nov-15</b>  | 9.019      | 153.782              |
| <b>Dic-15</b>  | 11.109     | 225.706              |
|                |            |                      |
| <b>Jul-15</b>  | 9.746      | 179.782              |
| <b>Ago-15</b>  | 9.168      | 179.928              |
| <b>Sept-15</b> | 11.254     | 208.461              |
| <b>Oct-15</b>  | 9.519      | 182.375              |
| <b>Nov-15</b>  | 9.019      | 153.782              |
| <b>Dic-15</b>  | 11.109     | 225.706              |

**ANEXO 9 – MEDICIONES UTILIZANDO ANALIZADOR DE CALIDAD  
DE ENERGÍA FLUKE 435B Series II**

| Fecha      | Hora        | Vrms ph-ph<br>L12 Med | Vrms ph-ph<br>L23 Med | Vrms ph-ph<br>L31 Med | Tensión<br>Factor de<br>Cresta L3N<br>Med | Corriente L1<br>Med | Corriente L2<br>Med | Corriente L3<br>Med | Corriente N<br>Med | Corriente<br>Factor de<br>Cresta L3<br>Med | Corriente<br>Factor de<br>Cresta N<br>Med | Frecuencia<br>Med |
|------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--|---|-------------------|
| 03/02/2016 | 8:17:08.306 | 209,05                | 213,27                | 213,36                | 1,4                                       | 68                  | 63,8                | 84,3                | 14                 | 1,52                                       | 1,9                                       | 60,012            |
| 03/02/2016 | 8:17:18.306 | 209,19                | 213,52                | 213,54                | 1,4                                       | 67,7                | 63,8                | 84,2                | 13,9               | 1,52                                       | 1,9                                       | 60,011            |
| 03/02/2016 | 8:17:28.306 | 208,84                | 213,19                | 213,26                | 1,4                                       | 67,7                | 63,7                | 84,2                | 13,9               | 1,52                                       | 1,9                                       | 60,038            |
| 03/02/2016 | 8:17:38.306 | 208,25                | 212,72                | 212,82                | 1,4                                       | 67,7                | 63,8                | 84,4                | 13,9               | 1,52                                       | 1,9                                       | 60,017            |
| 03/02/2016 | 8:17:48.306 | 208,99                | 213,63                | 213,8                 | 1,4                                       | 65,9                | 62,6                | 84,4                | 13,9               | 1,52                                       | 1,9                                       | 59,984            |
| 03/02/2016 | 8:17:58.306 | 209,11                | 213,25                | 213,59                | 1,4                                       | 64,6                | 60,6                | 82,9                | 13,9               | 1,52                                       | 1,9                                       | 59,982            |
| 03/02/2016 | 8:18:08.306 | 209,07                | 213,32                | 213,51                | 1,4                                       | 63,7                | 60                  | 81,6                | 13,8               | 1,52                                       | 1,91                                      | 59,962            |
| 03/02/2016 | 8:18:18.306 | 208,75                | 212,84                | 213,14                | 1,4                                       | 73,6                | 69,2                | 89,4                | 13,8               | 1,49                                       | 1,93                                      | 59,963            |
| 03/02/2016 | 8:18:28.306 | 208,7                 | 213,09                | 213,22                | 1,4                                       | 73,2                | 69,3                | 89,4                | 13,8               | 1,49                                       | 1,94                                      | 59,984            |
| 03/02/2016 | 8:18:38.306 | 209,17                | 213,25                | 213,5                 | 1,4                                       | 73,5                | 69,2                | 89,2                | 13,9               | 1,49                                       | 1,93                                      | 60,011            |
| 03/02/2016 | 8:18:48.306 | 208,99                | 213,31                | 213,54                | 1,4                                       | 73,3                | 69,2                | 89,6                | 13,9               | 1,49                                       | 1,94                                      | 60,02             |
| 03/02/2016 | 8:18:58.306 | 208,73                | 212,9                 | 213,55                | 1,4                                       | 73,6                | 68,8                | 89,9                | 13,9               | 1,49                                       | 1,92                                      | 60,01             |
| 03/02/2016 | 8:19:08.306 | 208,9                 | 212,87                | 213,61                | 1,4                                       | 73,7                | 68,7                | 89,8                | 13,8               | 1,49                                       | 1,94                                      | 59,984            |
| 03/02/2016 | 8:19:18.306 | 208,7                 | 212,69                | 212,96                | 1,4                                       | 73,7                | 69,1                | 89,2                | 13,8               | 1,49                                       | 1,93                                      | 59,969            |
| 03/02/2016 | 8:19:28.306 | 208,95                | 212,91                | 213                   | 1,4                                       | 73,7                | 69,2                | 88,9                | 13,8               | 1,49                                       | 1,93                                      | 59,973            |
| 03/02/2016 | 8:19:38.306 | 208,91                | 213,01                | 213,28                | 1,4                                       | 73,4                | 69                  | 89,1                | 13,8               | 1,49                                       | 1,93                                      | 59,971            |
| 03/02/2016 | 8:19:48.306 | 209,03                | 213                   | 213,39                | 1,4                                       | 73,5                | 68,7                | 89,2                | 13,8               | 1,49                                       | 1,94                                      | 59,979            |
| 03/02/2016 | 8:19:58.306 | 209,16                | 213,61                | 213,27                | 1,4                                       | 77,2                | 69,7                | 95,1                | 13,8               | 1,49                                       | 1,93                                      | 59,996            |
| 03/02/2016 | 8:20:08.306 | 209,11                | 213,48                | 213,02                | 1,4                                       | 78,1                | 69,8                | 97,9                | 13,8               | 1,48                                       | 1,93                                      | 59,975            |
| 03/02/2016 | 8:20:18.306 | 208,9                 | 213,33                | 212,93                | 1,4                                       | 79,1                | 69,8                | 98,8                | 13,8               | 1,48                                       | 1,93                                      | 59,956            |
| 03/02/2016 | 8:20:28.306 | 208,69                | 213,05                | 212,53                | 1,4                                       | 79,8                | 70                  | 99,2                | 13,8               | 1,48                                       | 1,93                                      | 59,958            |
| 03/02/2016 | 8:20:38.306 | 215,91                | 220,48                | 219,92                | 1,41                                      | 79,3                | 69,5                | 99,5                | 14                 | 1,5  | 2,06                                      | 59,977            |
| 03/02/2016 | 8:20:48.306 | 216,29                | 220,91                | 220,36                | 1,39                                      | 79,3                | 69,5                | 99,7                | 14                 | 1,47                                       | 1,96                                      | 59,988            |
| 03/02/2016 | 8:20:58.306 | 216,27                | 220,84                | 220,29                | 1,39                                      | 78,7                | 68,7                | 98,9                | 14,1               | 1,46                                       | 1,96                                      | 59,981            |
| 03/02/2016 | 8:21:08.306 | 216,89                | 221,42                | 220,8                 | 1,39                                      | 78,6                | 68,4                | 98,6                | 14,1               | 1,47                                       | 1,97                                      | 59,969            |
| 03/02/2016 | 8:21:18.306 | 216,64                | 221,09                | 220,62                | 1,39                                      | 78,7                | 68,1                | 98,7                | 14,1               | 1,47                                       | 1,96                                      | 59,989            |
| 03/02/2016 | 8:21:28.306 | 216,51                | 220,98                | 220,64                | 1,39                                      | 78,8                | 68,1                | 98,8                | 14,1               | 1,46                                       | 1,96                                      | 60,005            |
| 03/02/2016 | 8:21:38.306 | 216,61                | 221,03                | 220,71                | 1,39                                      | 78,9                | 68,1                | 98,9                | 14,2               | 1,47                                       | 1,95                                      | 59,987            |
| 03/02/2016 | 8:21:48.306 | 216,51                | 220,92                | 220,61                | 1,39                                      | 79                  | 68                  | 99                  | 14,2               | 1,47                                       | 1,95                                      | 59,976            |
| 03/02/2016 | 8:21:58.306 | 216,32                | 220,85                | 220,44                | 1,39                                      | 78,9                | 68,1                | 99                  | 14,2               | 1,47                                       | 1,95                                      | 59,968            |
| 03/02/2016 | 8:22:08.306 | 218,03                | 222,44                | 221,92                | 1,39                                      | 79,1                | 68,2                | 98,9                | 14,2               | 1,47                                       | 1,96                                      | 59,996            |
| 03/02/2016 | 8:22:18.306 | 218,05                | 222,5                 | 221,99                | 1,39                                      | 79,1                | 68,3                | 98,9                | 14,1               | 1,47                                       | 1,97                                      | 60,026            |
| 03/02/2016 | 8:22:28.306 | 218,23                | 222,64                | 222,07                | 1,39                                      | 79                  | 68,2                | 98,8                | 14,1               | 1,47                                       | 1,97                                      | 60,005            |
| 03/02/2016 | 8:22:38.306 | 216,38                | 220,77                | 220,26                | 1,39                                      | 79                  | 68,1                | 98,7                | 14,1               | 1,47                                       | 1,96                                      | 59,991            |
| 03/02/2016 | 8:22:48.306 | 214,65                | 219,07                | 218,5                 | 1,39                                      | 79,1                | 68,3                | 98,6                | 14,1               | 1,46                                       | 1,95                                      | 59,988            |
| 03/02/2016 | 8:22:58.306 | 214,69                | 219,1                 | 218,54                | 1,39                                      | 79,1                | 68,4                | 98,6                | 14,1               | 1,46                                       | 1,95                                      | 60,008            |
| 03/02/2016 | 8:23:08.306 | 214,79                | 219,2                 | 218,67                | 1,39                                      | 79,1                | 69,3                | 98,7                | 15,2               | 1,46                                       | 1,93                                      | 60,005            |
| 03/02/2016 | 8:23:18.306 | 214,89                | 219,25                | 218,71                | 1,39                                      | 79,1                | 71,1                | 98,7                | 16,9               | 1,46                                       | 1,84                                      | 59,986            |
| 03/02/2016 | 8:23:28.306 | 214,03                | 218,44                | 217,76                | 1,39                                      | 79,1                | 71,3                | 98,6                | 16,9               | 1,46                                       | 1,83                                      | 59,981            |
| 03/02/2016 | 8:23:38.306 | 213,76                | 218,16                | 217,56                | 1,39                                      | 79,1                | 71,3                | 98,7                | 16,9               | 1,47                                       | 1,84                                      | 60,001            |
| 03/02/2016 | 8:23:48.306 | 213,4                 | 217,84                | 217,29                | 1,39                                      | 79,2                | 71,4                | 98,8                | 16,9               | 1,47                                       | 1,83                                      | 60,038            |
| 03/02/2016 | 8:23:58.306 | 213,07                | 217,39                | 216,96                | 1,39                                      | 79,3                | 71,3                | 98,8                | 16,8               | 1,47                                       | 1,83                                      | 60,016            |
| 03/02/2016 | 8:24:08.306 | 213,19                | 217,52                | 217                   | 1,39                                      | 79,3                | 71,4                | 98,7                | 16,8               | 1,46                                       | 1,83                                      | 60,014            |
| 03/02/2016 | 8:24:18.306 | 213,08                | 217,46                | 216,93                | 1,39                                      | 79,2                | 71,3                | 98,7                | 16,8               | 1,46                                       | 1,83                                      | 60,016            |
| 03/02/2016 | 8:24:28.306 | 213,03                | 217,49                | 216,95                | 1,39                                      | 79                  | 71,3                | 98,7                | 16,8               | 1,46                                       | 1,83                                      | 60,003            |
| 03/02/2016 | 8:24:38.306 | 212,77                | 217,29                | 216,69                | 1,39                                      | 78,9                | 71,3                | 98,7                | 16,8               | 1,46                                       | 1,83                                      | 59,996            |
| 03/02/2016 | 8:24:48.306 | 212,72                | 217,01                | 216,57                | 1,39                                      | 79,1                | 71                  | 98,5                | 16,8               | 1,47                                       | 1,83                                      | 59,989            |
| 03/02/2016 | 8:24:58.306 | 212,82                | 216,96                | 216,57                | 1,39                                      | 79,3                | 70,9                | 98,4                | 16,8               | 1,47                                       | 1,82                                      | 59,971            |
| 03/02/2016 | 8:25:08.306 | 213,08                | 217,36                | 216,97                | 1,39                                      | 79                  | 70,8                | 98,5                | 16,8               | 1,46                                       | 1,83                                      | 59,969            |
| 03/02/2016 | 8:25:18.306 | 212,77                | 217,09                | 216,77                | 1,39                                      | 79                  | 70,8                | 98,7                | 16,8               | 1,46                                       | 1,82                                      | 59,972            |
| 03/02/2016 | 8:25:28.306 | 212,48                | 216,84                | 216,39                | 1,39                                      | 78,9                | 70,9                | 98,5                | 16,9               | 1,46                                       | 1,82                                      | 59,976            |
| 03/02/2016 | 8:25:38.306 | 212,59                | 216,92                | 216,34                | 1,39                                      | 78,9                | 71                  | 98,2                | 16,9               | 1,46                                       | 1,83                                      | 59,983            |
| 03/02/2016 | 8:25:48.306 | 212,05                | 217,03                | 216,31                | 1,39                                      | 94,2                | 71,4                | 98,6                | 11,1               | 1,46                                       | 1,95                                      | 60,007            |
| 03/02/2016 | 8:25:58.306 | 212,41                | 217,12                | 216,41                | 1,39                                      | 88,1                | 71,2                | 98,3                | 13,2               | 1,46                                       | 1,93                                      | 59,998            |
| 03/02/2016 | 8:26:08.306 | 212,52                | 217,24                | 216,38                | 1,39                                      | 90                  | 71,4                | 98,1                | 12,1               | 1,47                                       | 1,96                                      | 60,018            |
| 03/02/2016 | 8:26:18.306 | 212,79                | 217,22                | 216,75                | 1,39                                      | 87,5                | 71                  | 98,5                | 13,7               | 1,47                                       | 1,93                                      | 60,002            |
| 03/02/2016 | 8:26:28.306 | 212,84                | 217,16                | 216,73                | 1,39                                      | 79,7                | 70,7                | 99,6                | 16,9               | 1,46                                       | 1,82                                      | 59,974            |
| 03/02/2016 | 8:26:38.306 | 212,77                | 217,13                | 216,52                | 1,39                                      | 80                  | 70,9                | 99,7                | 16,9               | 1,46                                       | 1,83                                      | 59,951            |
| 03/02/2016 | 8:26:48.306 | 212,55                | 217,14                | 216,5                 | 1,39                                      | 79,8                | 71                  | 99,9                | 16,9               | 1,46                                       | 1,82                                      | 59,943            |
| 03/02/2016 | 8:26:58.306 | 212,56                | 217,07                | 216,44                | 1,39                                      | 79,9                | 70,9                | 99,9                | 16,9               | 1,46                                       | 1,82                                      | 59,976            |
| 03/02/2016 | 8:27:08.306 | 212,84                | 217,11                | 216,61                | 1,39                                      | 80,2                | 70,7                | 99,8                | 17                 | 1,46                                       | 1,83                                      | 59,988            |
| 03/02/2016 | 8:27:18.306 | 212,6                 | 216,94                | 216,32                | 1,39                                      | 80,1                | 70,9                | 99,8                | 16,9               | 1,46                                       | 1,82                                      | 59,997            |
| 03/02/2016 | 8:27:28.306 | 213,11                | 217,2                 | 216,69                | 1,39                                      | 80,3                | 70,8                | 99,7                | 17                 | 1,47                                       | 1,83                                      | 60,014            |
| 03/02/2016 | 8:27:38.306 | 213,26                | 217,56                | 216,81                | 1,39                                      | 80,1                | 71,1                | 99,6                | 17                 | 1,46                                       | 1,83                                      | 60,021            |
| 03/02/2016 | 8:27:48.306 | 213,42                | 217,76                | 217,16                | 1,39                                      | 80,1                | 71                  | 99,8                | 17                 | 1,47                                       | 1,83                                      | 60,005            |
| 03/02/2016 | 8:27:58.306 | 213,52                | 217,61                | 217,25                | 1,39                                      | 80,4                | 71,8                | 99,9                | 18,2               | 1,47                                       | 1,82                                      | 59,982            |
| 03/02/2016 | 8:28:08.306 | 212,77                | 217,01                | 216,76                | 1,39                                      | 80,3                | 72,7                | 100,3               | 19,3               | 1,46                                       | 1,75                                      | 59,949            |
| 03/02/2016 | 8:28:18.306 | 213                   | 217,28                | 216,91                | 1,39                                      | 80,2                | 72,9                | 100,1               | 19,3               | 1,47                                       | 1,75                                      | 59,935            |
| 03/02/2016 | 8:28:28.306 | 213                   | 217,27                | 216,99                | 1,39                                      | 80,2                | 72,8                | 100,3               | 19,3               | 1,47                                       | 1,75                                      | 59,94             |
| 03/02/2016 | 8:28:38.306 | 213,72                | 217,89                | 217,42                | 1,39                                      | 80,4                | 72,9                | 100,1               | 19,3               | 1,47                                       | 1,76                                      | 59,969            |
| 03/02/2016 | 8:28:48.306 | 213,54                | 217,82                | 217,21                | 1,39                                      | 80,2                | 73,1                | 100                 | 19,3               | 1,47                                       | 1,75                                      | 60,021            |
| 03/02/2016 | 8:28:58.306 | 213,36                | 217,5                 | 216,91                | 1,39                                      | 80,4                | 73,2                | 99,8                | 19,3               | 1,47                                       | 1,75                                      | 60,002            |
| 03/02/2016 | 8:29:08.306 | 213,12                | 217,41                | 216,87                | 1,39                                      | 80,2                | 73,1                | 100,1               | 19,3               | 1,46                                       | 1,75                                      | 59,967            |
| 03/02/2016 | 8:29:18.306 | 213,36                | 217,73                | 216,87                | 1,39                                      | 80,1                | 73,4                | 99,8                | 19,3               | 1,46                                       | 1,75                                      | 59,964            |
| 03/02/2016 | 8:29:28.306 | 213,15                | 217,82                | 216,86                | 1,39                                      | 79,8                | 73,5                | 100                 | 19,3               | 1,47                                       | 1,75                                      | 59,99             |
| 03/02/2016 | 8:29:38.306 | 212,99                | 217,51                | 216,84                | 1,39                                      | 80                  | 73,3                | 100,3               | 19,4               | 1,46                                       | 1,75                                      | 60,012            |
| 03/02/2016 | 8:29:48.306 | 213,02                | 217,56                | 216,76                | 1,39                                      | 79,9                | 73,4                | 100,2               | 19,4               | 1,46                                       | 1,75                                      | 60,014            |
| 03/02/2016 | 8:29:58.306 | 213                   | 217,6                 | 217,06                | 1,39                                      | 79,8                | 73                  | 100,5               | 19,4               | 1,46                                       | 1,75                                      | 60,034            |

|                        |        |        |        |      |      |      |       |      |      |      |        |
|------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|--------|
| 03/02/2016 8:30:08.306 | 212,43 | 217,11 | 216,52 | 1,39 | 79,8 | 72,9 | 100,5 | 19   | 1,47 | 1,76 | 60,028 |
| 03/02/2016 8:30:18.306 | 212,5  | 217,02 | 216,54 | 1,39 | 80   | 72,5 | 100,5 | 18,7 | 1,46 | 1,76 | 60,013 |
| 03/02/2016 8:30:28.306 | 213,02 | 217,61 | 217,03 | 1,39 | 79,9 | 72,6 | 100,4 | 18,7 | 1,46 | 1,77 | 60,01  |
| 03/02/2016 8:30:38.306 | 214,3  | 218,71 | 218,2  | 1,39 | 79,8 | 72,3 | 100,2 | 18,8 | 1,46 | 1,77 | 60,03  |
| 03/02/2016 8:30:48.306 | 214,46 | 218,92 | 218,37 | 1,39 | 79,8 | 72,2 | 100,3 | 19   | 1,46 | 1,77 | 60,024 |
| 03/02/2016 8:30:58.306 | 214,56 | 218,98 | 218,41 | 1,39 | 79,9 | 72,4 | 100,3 | 19   | 1,46 | 1,77 | 59,995 |
| 03/02/2016 8:31:08.306 | 215,18 | 219,68 | 219,39 | 1,38 | 65,2 | 59,3 | 80,5  | 19,2 | 1,45 | 1,75 | 59,977 |
| 03/02/2016 8:31:18.306 | 215,09 | 219,58 | 219,36 | 1,38 | 63,6 | 57,8 | 78,4  | 19,3 | 1,45 | 1,75 | 59,954 |
| 03/02/2016 8:31:28.306 | 215,05 | 219,53 | 219,3  | 1,38 | 63,7 | 57,8 | 78,4  | 19,3 | 1,45 | 1,75 | 59,974 |
| 03/02/2016 8:31:38.306 | 214,43 | 219,23 | 219,19 | 1,38 | 73   | 67,1 | 78,8  | 19,2 | 1,45 | 1,75 | 60,01  |
| 03/02/2016 8:31:48.306 | 213,71 | 219,02 | 219,06 | 1,38 | 79,9 | 73,6 | 79,2  | 19,2 | 1,45 | 1,75 | 60,019 |
| 03/02/2016 8:31:58.306 | 213,63 | 219,07 | 218,99 | 1,38 | 80   | 73,8 | 79,3  | 19,2 | 1,45 | 1,75 | 60,016 |
| 03/02/2016 8:32:08.306 | 213,66 | 219,07 | 218,91 | 1,38 | 80   | 74   | 79,1  | 19,2 | 1,44 | 1,74 | 60,011 |
| 03/02/2016 8:32:18.306 | 213,65 | 219,02 | 218,95 | 1,38 | 79,8 | 73,8 | 79    | 19,2 | 1,45 | 1,74 | 60     |
| 03/02/2016 8:32:28.306 | 213,54 | 218,9  | 218,77 | 1,38 | 79,5 | 73,2 | 78,9  | 19,1 | 1,44 | 1,74 | 59,974 |
| 03/02/2016 8:32:38.306 | 211,95 | 217,21 | 217,05 | 1,38 | 79,4 | 73,1 | 78,7  | 19   | 1,45 | 1,74 | 59,966 |
| 03/02/2016 8:32:48.306 | 209,75 | 215,11 | 214,8  | 1,38 | 79,1 | 73   | 78,2  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 59,955 |
| 03/02/2016 8:32:58.306 | 209,8  | 215,07 | 214,65 | 1,38 | 79   | 73   | 78,1  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,016 |
| 03/02/2016 8:33:08.306 | 209,3  | 214,4  | 214,45 | 1,38 | 79,3 | 72,7 | 78,5  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,078 |
| 03/02/2016 8:33:18.306 | 208,8  | 213,9  | 213,88 | 1,38 | 79,2 | 72,7 | 78,4  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,085 |
| 03/02/2016 8:33:28.306 | 209,12 | 214,24 | 214,06 | 1,38 | 79   | 72,7 | 78,2  | 18,8 | 1,45 | 1,75 | 60,06  |
| 03/02/2016 8:33:38.306 | 209,33 | 214,69 | 214,43 | 1,38 | 78,9 | 72,8 | 78,4  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,048 |
| 03/02/2016 8:33:48.306 | 209,24 | 214,48 | 214,28 | 1,38 | 79   | 72,7 | 78,5  | 18,8 | 1,45 | 1,75 | 60,046 |
| 03/02/2016 8:33:58.306 | 209,44 | 214,61 | 214,64 | 1,38 | 78,9 | 72,4 | 78,4  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,046 |
| 03/02/2016 8:34:08.306 | 209,38 | 214,68 | 214,54 | 1,38 | 78,9 | 72,6 | 78,5  | 18,8 | 1,45 | 1,75 | 60,048 |
| 03/02/2016 8:34:18.306 | 209,12 | 214,68 | 214,45 | 1,38 | 78,8 | 72,8 | 78,8  | 18,9 | 1,45 | 1,75 | 60,05  |
| 03/02/2016 8:34:28.306 | 209,07 | 214,4  | 214,21 | 1,38 | 79,1 | 72,9 | 78,8  | 18,9 | 1,45 | 1,74 | 60,049 |
| 03/02/2016 8:34:38.306 | 209,13 | 214,41 | 214,15 | 1,38 | 79   | 72,9 | 78,7  | 18,9 | 1,45 | 1,74 | 60,049 |
| 03/02/2016 8:34:48.306 | 208,96 | 214,45 | 214,16 | 1,38 | 78,8 | 72,8 | 78,7  | 18,9 | 1,45 | 1,74 | 60,036 |
| 03/02/2016 8:34:58.306 | 208,86 | 214,36 | 214,02 | 1,38 | 78,8 | 72,8 | 78,6  | 18,9 | 1,46 | 1,75 | 60,039 |
| 03/02/2016 8:35:08.306 | 208,86 | 214,36 | 214,11 | 1,38 | 78,7 | 72,8 | 78,7  | 18,9 | 1,45 | 1,74 | 60,034 |
| 03/02/2016 8:35:18.306 | 208,91 | 214,31 | 214,09 | 1,38 | 78,9 | 72,8 | 78,7  | 18,9 | 1,45 | 1,74 | 60,024 |
| 03/02/2016 8:35:28.306 | 208,64 | 214    | 214,04 | 1,38 | 78,8 | 72,5 | 78,7  | 18,8 | 1,45 | 1,75 | 59,991 |
| 03/02/2016 8:35:38.306 | 208,35 | 213,9  | 213,95 | 1,38 | 78,3 | 72,1 | 78,4  | 18,8 | 1,45 | 1,75 | 59,983 |
| 03/02/2016 8:35:48.306 | 208,31 | 213,95 | 213,71 | 1,38 | 77,6 | 71,8 | 77,6  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,005 |
| 03/02/2016 8:35:58.306 | 207,91 | 213,5  | 213,54 | 1,38 | 77,4 | 71,3 | 77,6  | 18,7 | 1,46 | 1,75 | 60,019 |
| 03/02/2016 8:36:08.306 | 207,89 | 213,45 | 213,3  | 1,38 | 77,3 | 71,3 | 77,3  | 18,7 | 1,46 | 1,75 | 60,052 |
| 03/02/2016 8:36:18.306 | 208,38 | 213,52 | 213,38 | 1,38 | 77,7 | 71,5 | 77,1  | 18,7 | 1,45 | 1,75 | 60,062 |
| 03/02/2016 8:36:28.306 | 208,72 | 214,23 | 213,88 | 1,38 | 77,4 | 71,7 | 77,2  | 18,8 | 1,45 | 1,74 | 60,058 |

| Fecha      | Hora         | Tensión de Medio Ciclo V RMS L1N Med | Tensión de Medio Ciclo V RMS L2N Med | Tensión de Medio Ciclo V RMS L3N Med | Corriente de Medio Ciclo A RMS L1 Med | Corriente de Medio Ciclo A RMS L2 Med | Corriente de Medio Ciclo A RMS L3 Med | Corriente de Medio Ciclo A RMS N Med |
|------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 03/02/2016 | 10:47:10.116 | 118,51                               | 118,61                               | 121,12                               | 91,4                                  | 84,9                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:10.366 | 118,51                               | 118,59                               | 121,13                               | 91,5                                  | 84,8                                  | 97,1                                  | 16,9                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:10.616 | 118,57                               | 118,59                               | 121,23                               | 91,3                                  | 84,6                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:10.866 | 118,68                               | 118,62                               | 121,26                               | 91,5                                  | 84,5                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:11.116 | 118,83                               | 118,71                               | 121,38                               | 91,5                                  | 84,3                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:11.366 | 118,7                                | 118,66                               | 121,28                               | 91,5                                  | 84,5                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:11.616 | 118,78                               | 118,75                               | 121,39                               | 91,3                                  | 84,4                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:11.866 | 118,63                               | 118,7                                | 121,23                               | 91,3                                  | 84,8                                  | 96,8                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:12.116 | 118,75                               | 118,81                               | 121,54                               | 90,9                                  | 84,6                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:12.366 | 118,56                               | 118,62                               | 121,17                               | 91,4                                  | 84,7                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:12.616 | 118,61                               | 118,56                               | 121,22                               | 91,4                                  | 84,4                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:12.866 | 118,75                               | 118,69                               | 121,38                               | 91,4                                  | 84,4                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:13.116 | 118,7                                | 118,71                               | 121,32                               | 91,2                                  | 84,5                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:13.366 | 118,72                               | 118,72                               | 121,36                               | 91,3                                  | 84,5                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:13.616 | 118,7                                | 118,71                               | 121,32                               | 91,3                                  | 84,5                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:13.866 | 118,86                               | 118,76                               | 121,48                               | 91,3                                  | 84,3                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:14.116 | 118,74                               | 118,73                               | 121,33                               | 91,3                                  | 84,4                                  | 97                                    | 16,9                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:14.366 | 118,81                               | 118,77                               | 121,43                               | 91,3                                  | 84,4                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:14.616 | 118,81                               | 118,84                               | 121,59                               | 90,8                                  | 84,5                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:14.866 | 118,56                               | 118,63                               | 121,26                               | 91,2                                  | 84,7                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:15.116 | 118,57                               | 118,57                               | 121,28                               | 91,2                                  | 84,5                                  | 97,3                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:15.366 | 118,7                                | 118,64                               | 121,29                               | 91,5                                  | 84,4                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:15.616 | 118,74                               | 118,69                               | 121,34                               | 91,4                                  | 84,4                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:15.866 | 118,68                               | 118,63                               | 121,23                               | 91,6                                  | 84,6                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:16.116 | 118,8                                | 118,7                                | 121,3                                | 91,7                                  | 84,4                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:16.366 | 118,74                               | 118,62                               | 121,24                               | 91,6                                  | 84,2                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:16.616 | 118,8                                | 118,73                               | 121,32                               | 91,6                                  | 84,4                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:16.866 | 118,83                               | 118,73                               | 121,38                               | 91,4                                  | 84,2                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:17.116 | 118,82                               | 118,78                               | 121,4                                | 91,4                                  | 84,2                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:17.366 | 118,77                               | 118,76                               | 121,3                                | 91,5                                  | 84,5                                  | 96,8                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:17.616 | 118,71                               | 118,72                               | 121,26                               | 91,5                                  | 84,6                                  | 96,9                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:17.866 | 118,8                                | 118,8                                | 121,32                               | 91,5                                  | 84,5                                  | 96,8                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:18.116 | 118,79                               | 118,81                               | 121,34                               | 91,4                                  | 84,6                                  | 96,9                                  | 16,9                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:18.366 | 118,7                                | 118,72                               | 121,31                               | 91,3                                  | 84,6                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:18.616 | 118,74                               | 118,74                               | 121,37                               | 91,3                                  | 84,5                                  | 97,1                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:18.866 | 118,72                               | 118,71                               | 121,38                               | 91,2                                  | 84,5                                  | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:19.116 | 118,73                               | 118,83                               | 121,29                               | 91,5                                  | 84,7                                  | 96,6                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:19.366 | 118,8                                | 118,85                               | 121,4                                | 91,4                                  | 84,7                                  | 96,9                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:19.616 | 118,84                               | 118,84                               | 121,46                               | 91,2                                  | 84,4                                  | 96,9                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:19.866 | 118,87                               | 118,9                                | 121,47                               | 91,3                                  | 84,7                                  | 96,8                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:20.116 | 118,81                               | 118,9                                | 121,42                               | 91,3                                  | 84,7                                  | 96,7                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:20.366 | 118,81                               | 118,93                               | 121,38                               | 91,4                                  | 84,8                                  | 96,6                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:20.616 | 118,41                               | 118,59                               | 121,27                               | 90,8                                  | 85                                    | 97,2                                  | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:20.866 | 118,54                               | 118,63                               | 121,25                               | 91,3                                  | 84,8                                  | 97                                    | 16,8                                 |
| 03/02/2016 | 10:47:21.116 | 118,78                               | 118,83                               | 121,38                               | 91,4                                  | 84,7                                  | 96,9                                  | 16,8                                 |

|                      |      |      |      |       |      |      |      |       |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| /02/2016 8:41:02.321 | 3,89 | 3    | 3,92 | 48,58 | 7,75 | 6,06 | 7,4  | 16,72 | 1,18 | 1,17 | 1,18 | 1,53 |
| /02/2016 8:41:12.321 | 3,95 | 3,05 | 4    | 48,99 | 8,81 | 6,79 | 8,71 | 16,71 | 1,26 | 1,27 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:41:22.321 | 3,93 | 3,04 | 3,98 | 49,01 | 8,85 | 6,81 | 8,77 | 16,7  | 1,27 | 1,28 | 1,31 | 1,55 |
| /02/2016 8:41:32.321 | 3,9  | 3    | 3,91 | 48,53 | 8,75 | 6,84 | 8,8  | 16,63 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:41:42.321 | 3,92 | 3    | 3,92 | 48,48 | 8,75 | 6,87 | 8,83 | 16,68 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,55 |
| /02/2016 8:41:52.321 | 3,95 | 3,03 | 3,94 | 47,88 | 8,83 | 6,85 | 8,88 | 16,71 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:42:02.321 | 3,97 | 3,06 | 3,95 | 47,93 | 8,92 | 6,93 | 8,88 | 16,72 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:42:12.321 | 3,95 | 3,04 | 3,94 | 48,26 | 8,86 | 6,92 | 8,85 | 16,71 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:42:22.321 | 3,94 | 3,05 | 3,95 | 48,32 | 8,85 | 6,92 | 8,8  | 16,74 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:42:32.321 | 3,95 | 3,06 | 3,96 | 48,15 | 8,84 | 6,9  | 8,8  | 16,64 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:42:42.321 | 3,96 | 3,05 | 3,96 | 48    | 8,85 | 6,87 | 8,82 | 16,72 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:42:52.321 | 3,96 | 3,05 | 3,97 | 48,47 | 8,85 | 6,95 | 8,81 | 16,7  | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,55 |
| /02/2016 8:43:02.321 | 3,99 | 3,07 | 3,97 | 48,48 | 8,9  | 6,97 | 8,82 | 16,73 | 1,27 | 1,28 | 1,3  | 1,54 |
| /02/2016 8:43:12.321 | 3,99 | 3,07 | 3,96 | 48,67 | 8,34 | 6,58 | 7,89 | 16,73 | 1,24 | 1,25 | 1,24 | 1,58 |
| /02/2016 8:43:22.321 | 3,98 | 3,06 | 3,94 | 48,46 | 8,12 | 6,24 | 7,44 | 16,65 | 1,22 | 1,21 | 1,2  | 1,59 |
| /02/2016 8:43:32.321 | 3,99 | 3,06 | 3,95 | 48,24 | 8,1  | 6,17 | 7,41 | 16,67 | 1,21 | 1,21 | 1,2  | 1,6  |
| /02/2016 8:43:42.321 | 3,91 | 3,04 | 3,91 | 48,61 | 7,87 | 6,05 | 7,28 | 16,63 | 1,21 | 1,2  | 1,2  | 1,61 |
| /02/2016 8:43:52.321 | 3,95 | 3,07 | 3,97 | 48,6  | 7,86 | 6,06 | 7,26 | 16,67 | 1,21 | 1,2  | 1,2  | 1,62 |
| /02/2016 8:44:02.321 | 3,99 | 3,1  | 3,98 | 48,25 | 7,81 | 6,03 | 7,18 | 16,65 | 1,21 | 1,2  | 1,2  | 1,64 |
| /02/2016 8:44:12.321 | 4,02 | 3,12 | 4,04 | 48,21 | 7,74 | 5,99 | 7,16 | 16,64 | 1,21 | 1,2  | 1,19 | 1,65 |
| /02/2016 8:44:22.321 | 3,95 | 3,09 | 3,96 | 48,49 | 7,53 | 5,93 | 6,97 | 16,67 | 1,2  | 1,2  | 1,19 | 1,67 |
| /02/2016 8:44:32.321 | 3,94 | 3,05 | 3,96 | 50,82 | 7,47 | 5,89 | 6,95 | 16,68 | 1,2  | 1,2  | 1,19 | 1,67 |
| /02/2016 8:44:42.321 | 3,97 | 3,06 | 3,99 | 47,81 | 7,55 | 5,91 | 7,06 | 16,75 | 1,2  | 1,2  | 1,19 | 1,67 |
| /02/2016 8:44:52.321 | 3,95 | 3,06 | 3,95 | 47,96 | 7,64 | 5,99 | 7,11 | 16,75 | 1,2  | 1,2  | 1,19 | 1,65 |
| /02/2016 8:45:02.321 | 3,96 | 3,05 | 3,96 | 48,22 | 7,78 | 6,1  | 7,17 | 16,68 | 1,2  | 1,2  | 1,19 | 1,63 |
| /02/2016 8:45:12.321 | 4,02 | 3,07 | 4    | 48,37 | 7,97 | 6,12 | 7,26 | 16,71 | 1,21 | 1,2  | 1,2  | 1,62 |
| /02/2016 8:45:22.321 | 4    | 3,08 | 4,01 | 48,59 | 8,02 | 6,14 | 7,35 | 16,7  | 1,21 | 1,2  | 1,2  | 1,62 |
| /02/2016 8:45:32.321 | 4,07 | 3,14 | 4,09 | 48,51 | 8,21 | 6,27 | 7,49 | 16,66 | 1,22 | 1,21 | 1,2  | 1,61 |
| /02/2016 8:45:42.321 | 4,03 | 3,11 | 4,04 | 49,47 | 8,15 | 6,3  | 7,52 | 16,72 | 1,22 | 1,21 | 1,2  | 1,61 |
| /02/2016 8:45:52.321 | 3,98 | 3,06 | 3,97 | 48,57 | 8,11 | 6,31 | 7,51 | 16,74 | 1,22 | 1,21 | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:46:02.321 | 3,93 | 3,01 | 3,93 | 48,19 | 8,06 | 6,23 | 7,47 | 16,74 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:46:12.321 | 3,99 | 3,06 | 3,98 | 48,63 | 7,98 | 6,09 | 7,5  | 16,73 | 1,21 | 1,19 | 1,2  | 1,61 |
| /02/2016 8:46:22.321 | 3,97 | 3,06 | 3,96 | 48,79 | 7,92 | 6    | 7,51 | 16,73 | 1,2  | 1,19 | 1,2  | 1,61 |
| /02/2016 8:46:32.321 | 3,98 | 3,09 | 3,97 | 48,79 | 7,98 | 6,02 | 7,54 | 16,68 | 1,21 | 1,2  | 1,2  | 1,61 |
| /02/2016 8:46:42.321 | 4,01 | 3,11 | 4,01 | 48,83 | 8,06 | 6,04 | 7,61 | 16,64 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:46:52.321 | 4,01 | 3,11 | 4,02 | 49,09 | 8,03 | 6,1  | 7,6  | 16,7  | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:47:02.321 | 4,03 | 3,13 | 4,07 | 53,88 | 8,14 | 6,16 | 7,59 | 16,77 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:47:12.321 | 4,01 | 3,11 | 4,07 | 49,46 | 8,09 | 6,13 | 7,6  | 16,8  | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:47:22.321 | 3,98 | 3,07 | 4,03 | 48,85 | 8    | 6,13 | 7,58 | 16,79 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:47:32.321 | 4,01 | 3,06 | 4,05 | 48,54 | 8,05 | 6,12 | 7,61 | 16,8  | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:47:42.321 | 4    | 3,05 | 4,04 | 48,2  | 8,06 | 6,13 | 7,61 | 16,8  | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:47:52.321 | 4,01 | 3,05 | 4,06 | 48,26 | 8,12 | 6,12 | 7,63 | 16,87 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:48:02.321 | 3,98 | 3,02 | 4,04 | 48,61 | 8,1  | 6,11 | 7,66 | 16,89 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:48:12.321 | 3,93 | 3    | 3,98 | 48,29 | 8,02 | 6,01 | 7,59 | 16,84 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:48:22.321 | 3,96 | 3,03 | 4    | 48,29 | 8,05 | 6,02 | 7,58 | 16,8  | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:48:32.321 | 3,93 | 3,01 | 3,98 | 48    | 8,02 | 6,09 | 7,59 | 16,85 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:48:42.321 | 3,93 | 3    | 3,98 | 48,05 | 7,97 | 6,05 | 7,59 | 16,83 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:48:52.321 | 3,96 | 3,04 | 4    | 47,72 | 7,99 | 6,07 | 7,66 | 16,82 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:49:02.321 | 3,96 | 3,05 | 4,01 | 47,65 | 8,04 | 6,09 | 7,64 | 16,79 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:49:12.321 | 3,98 | 3,08 | 4,02 | 49,04 | 8,1  | 6,13 | 7,6  | 16,78 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:49:22.321 | 4    | 3,07 | 4,04 | 49,92 | 8,12 | 6,1  | 7,63 | 16,8  | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:49:32.321 | 4    | 3,1  | 4,02 | 49,7  | 8,19 | 6,16 | 7,59 | 16,81 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,61 |
| /02/2016 8:49:42.321 | 3,98 | 3,09 | 4,02 | 49,8  | 8,19 | 6,12 | 7,56 | 16,76 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:49:52.321 | 3,98 | 3,1  | 4,02 | 50,09 | 8,17 | 6,11 | 7,57 | 16,69 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:50:02.321 | 4,01 | 3,1  | 4,04 | 50,13 | 8,22 | 6,15 | 7,56 | 16,68 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:50:12.321 | 3,96 | 3,07 | 3,99 | 49,95 | 8,12 | 6,1  | 7,52 | 16,61 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:50:22.321 | 3,99 | 3,06 | 4    | 49,71 | 8,11 | 6,12 | 7,59 | 16,69 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:50:32.321 | 4    | 3,03 | 4    | 49,58 | 8,12 | 6,17 | 7,62 | 16,71 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:50:42.321 | 3,97 | 3,01 | 3,97 | 49,84 | 8,12 | 6,12 | 7,63 | 16,75 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:50:52.321 | 3,95 | 2,99 | 3,93 | 49,78 | 8,07 | 6,09 | 7,61 | 16,69 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:51:02.321 | 3,98 | 3    | 3,96 | 49,77 | 8,11 | 6,09 | 7,6  | 16,69 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:51:12.321 | 3,97 | 3,01 | 3,97 | 49,8  | 8,13 | 6,1  | 7,61 | 16,81 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:51:22.321 | 3,99 | 3,01 | 4    | 49,97 | 8,12 | 6,03 | 7,67 | 16,95 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:51:32.321 | 4    | 3,04 | 3,99 | 49,69 | 8,13 | 6,1  | 7,63 | 16,92 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:51:42.321 | 4    | 3,08 | 4,01 | 49,83 | 8,15 | 6,14 | 7,66 | 16,84 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:51:52.321 | 3,97 | 3,07 | 4,01 | 50,08 | 8,08 | 6,14 | 7,6  | 16,82 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:52:02.321 | 3,93 | 3,07 | 3,99 | 50,33 | 8,01 | 6,09 | 7,58 | 16,77 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:52:12.321 | 3,99 | 3,1  | 4,02 | 50,06 | 8,15 | 6,15 | 7,54 | 16,75 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:52:22.321 | 3,97 | 3,07 | 3,99 | 49,76 | 8,09 | 6,08 | 7,56 | 16,85 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:52:32.321 | 4,01 | 3,07 | 4,03 | 49,86 | 8,16 | 6,12 | 7,63 | 16,81 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,59 |
| /02/2016 8:52:42.321 | 4    | 3,07 | 4,04 | 49,64 | 8,14 | 6,11 | 7,68 | 16,89 | 1,21 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:52:52.321 | 4,01 | 3,05 | 4,05 | 49,44 | 8,27 | 6,22 | 7,72 | 16,9  | 1,22 | 1,2  | 1,22 | 1,6  |
| /02/2016 8:53:02.321 | 3,99 | 3,04 | 4,02 | 49,87 | 8,26 | 6,11 | 7,67 | 16,96 | 1,22 | 1,2  | 1,21 | 1,6  |
| /02/2016 8:53:12.321 | 4,02 | 3,03 | 4,02 | 49,89 | 8,34 | 6,08 | 7,58 | 16,88 | 1,2  | 1,17 | 1,18 | 1,57 |
| /02/2016 8:53:22.321 | 4,05 | 3,04 | 4,02 | 51,11 | 7,38 | 5,96 | 7,4  | 32,94 | 1,16 | 1,18 | 1,18 | 3,45 |
| /02/2016 8:53:32.321 | 4,03 | 3,03 | 3,97 | 50,97 | 7,26 | 5,82 | 7,36 | 28,47 | 1,16 | 1,19 | 1,18 | 2,91 |
| /02/2016 8:53:42.321 | 4,02 | 3,04 | 3,94 | 50,06 | 7,88 | 5,83 | 7,55 | 17,06 | 1,19 | 1,19 | 1,18 | 1,59 |
| /02/2016 8:53:52.321 | 4,06 | 3,07 | 3,99 | 49,87 | 8    | 5,89 | 7,61 | 16,72 | 1,2  | 1,19 | 1,19 | 1,57 |

| Fecha      | Hora         | Potencia Activa L1N Med | Potencia Activa L2N Med | Potencia Activa L3N Med | Potencia Activa Total Med | W Fund IEEE L1N Med | W Fund IEEE L2N Med | W Fund IEEE L3N Med |
|------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 03/02/2016 | 11:20:44.016 | -7950                   | -7170                   | -8730                   | -23840                    | -7900               | -7120               | -8700               |
| 03/02/2016 | 11:20:54.016 | -7900                   | -7140                   | -8750                   | -23800                    | -7860               | -7090               | -8730               |
| 03/02/2016 | 11:21:04.016 | -7890                   | -7130                   | -8780                   | -23800                    | -7850               | -7080               | -8750               |
| 03/02/2016 | 11:21:14.016 | -7920                   | -7170                   | -8760                   | -23840                    | -7870               | -7110               | -8730               |
| 03/02/2016 | 11:21:24.016 | -7950                   | -7200                   | -8770                   | -23920                    | -7900               | -7150               | -8750               |
| 03/02/2016 | 11:21:34.016 | -7970                   | -7220                   | -8750                   | -23940                    | -7920               | -7170               | -8730               |
| 03/02/2016 | 11:21:44.016 | -8020                   | -7240                   | -8780                   | -24040                    | -7980               | -7180               | -8760               |
| 03/02/2016 | 11:21:54.016 | -8030                   | -7250                   | -8810                   | -24090                    | -7980               | -7190               | -8790               |
| 03/02/2016 | 11:22:04.016 | -8040                   | -7240                   | -8780                   | -24060                    | -7990               | -7190               | -8760               |
| 03/02/2016 | 11:22:14.016 | -7960                   | -7200                   | -8810                   | -23970                    | -7910               | -7150               | -8790               |
| 03/02/2016 | 11:22:24.016 | -7900                   | -7170                   | -8810                   | -23880                    | -7860               | -7110               | -8790               |
| 03/02/2016 | 11:22:34.016 | -7920                   | -7180                   | -8790                   | -23890                    | -7870               | -7130               | -8760               |
| 03/02/2016 | 11:22:44.016 | -7970                   | -7200                   | -8770                   | -23940                    | -7920               | -7150               | -8750               |
| 03/02/2016 | 11:22:54.016 | -7970                   | -7220                   | -8810                   | -24000                    | -7930               | -7160               | -8790               |
| 03/02/2016 | 11:23:04.016 | -7940                   | -7210                   | -8800                   | -23960                    | -7900               | -7160               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:23:14.016 | -7950                   | -7250                   | -8810                   | -24010                    | -7910               | -7200               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:23:24.016 | -7930                   | -7230                   | -8780                   | -23940                    | -7880               | -7180               | -8760               |
| 03/02/2016 | 11:23:34.016 | -7970                   | -7260                   | -8760                   | -23990                    | -7930               | -7210               | -8730               |
| 03/02/2016 | 11:23:44.016 | -7940                   | -7220                   | -8730                   | -23890                    | -7890               | -7170               | -8710               |
| 03/02/2016 | 11:23:54.016 | -7870                   | -7210                   | -8750                   | -23820                    | -7820               | -7150               | -8720               |
| 03/02/2016 | 11:24:04.016 | -7850                   | -7170                   | -8780                   | -23810                    | -7810               | -7120               | -8760               |
| 03/02/2016 | 11:24:14.016 | -7850                   | -7150                   | -8780                   | -23780                    | -7800               | -7100               | -8760               |
| 03/02/2016 | 11:24:24.016 | -7860                   | -7150                   | -8820                   | -23830                    | -7820               | -7100               | -8800               |
| 03/02/2016 | 11:24:34.016 | -7860                   | -7210                   | -8800                   | -23870                    | -7810               | -7150               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:24:44.016 | -7860                   | -7220                   | -8810                   | -23890                    | -7810               | -7170               | -8790               |
| 03/02/2016 | 11:24:54.016 | -7960                   | -7270                   | -8930                   | -24150                    | -7910               | -7210               | -8900               |
| 03/02/2016 | 11:25:04.016 | -7940                   | -7270                   | -8890                   | -24100                    | -7890               | -7220               | -8870               |
| 03/02/2016 | 11:25:14.016 | -7860                   | -7280                   | -8960                   | -24100                    | -7810               | -7230               | -8930               |
| 03/02/2016 | 11:25:24.016 | -7830                   | -7220                   | -8950                   | -24000                    | -7790               | -7170               | -8920               |
| 03/02/2016 | 11:25:34.016 | -7820                   | -7160                   | -8860                   | -23840                    | -7770               | -7110               | -8830               |
| 03/02/2016 | 11:25:44.016 | -7800                   | -7140                   | -8800                   | -23730                    | -7750               | -7080               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:25:54.016 | -7780                   | -7120                   | -8810                   | -23710                    | -7730               | -7070               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:26:04.016 | -7800                   | -7120                   | -8810                   | -23720                    | -7750               | -7060               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:26:14.016 | -7810                   | -7130                   | -8760                   | -23710                    | -7770               | -7080               | -8730               |
| 03/02/2016 | 11:26:24.016 | -7780                   | -7160                   | -8760                   | -23700                    | -7740               | -7100               | -8730               |
| 03/02/2016 | 11:26:34.016 | -7730                   | -7000                   | -8730                   | -23460                    | -7690               | -6950               | -8710               |
| 03/02/2016 | 11:26:44.016 | -7730                   | -6950                   | -8770                   | -23450                    | -7690               | -6900               | -8750               |
| 03/02/2016 | 11:26:54.016 | -7790                   | -7030                   | -8820                   | -23640                    | -7740               | -6980               | -8800               |
| 03/02/2016 | 11:27:04.016 | -7720                   | -7110                   | -8810                   | -23640                    | -7670               | -7060               | -8780               |
| 03/02/2016 | 11:27:14.016 | -7770                   | -7120                   | -8820                   | -23710                    | -7720               | -7070               | -8800               |
| 03/02/2016 | 11:27:24.016 | -7800                   | -7150                   | -8770                   | -23720                    | -7750               | -7100               | -8740               |
| 03/02/2016 | 11:27:34.016 | -7800                   | -7180                   | -8790                   | -23780                    | -7760               | -7130               | -8770               |
| 03/02/2016 | 11:27:44.016 | -7770                   | -7130                   | -8650                   | -23550                    | -7730               | -7070               | -8620               |
| 03/02/2016 | 11:27:54.016 | -7720                   | -7060                   | -8530                   | -23310                    | -7680               | -7010               | -8500               |
| 03/02/2016 | 11:28:04.016 | -7710                   | -6980                   | -8550                   | -23230                    | -7650               | -6920               | -8520               |
| 03/02/2016 | 11:28:14.016 | -7440                   | -6700                   | -8290                   | -22430                    | -7390               | -6650               | -8270               |
| 03/02/2016 | 11:28:24.016 | -8470                   | -7530                   | -9190                   | -25190                    | -8420               | -7480               | -9160               |
| 03/02/2016 | 11:28:34.016 | -9050                   | -7920                   | -9920                   | -26880                    | -8980               | -7850               | -9870               |
| 03/02/2016 | 11:28:44.016 | -8640                   | -7660                   | -9370                   | -25680                    | -8590               | -7600               | -9340               |
| 03/02/2016 | 11:28:54.016 | -8500                   | -7580                   | -9160                   | -25250                    | -8450               | -7530               | -9140               |
| 03/02/2016 | 11:29:04.016 | -8480                   | -7560                   | -9130                   | -25170                    | -8430               | -7500               | -9100               |
| 03/02/2016 | 11:29:14.016 | -8520                   | -7590                   | -9120                   | -25230                    | -8470               | -7530               | -9100               |
| 03/02/2016 | 11:29:24.016 | -8490                   | -7570                   | -9110                   | -25160                    | -8440               | -7510               | -9080               |
| 03/02/2016 | 11:29:34.016 | -8430                   | -7550                   | -9060                   | -25040                    | -8380               | -7490               | -9030               |
| 03/02/2016 | 11:29:44.016 | -8420                   | -7530                   | -9060                   | -25010                    | -8370               | -7470               | -9040               |
| 03/02/2016 | 11:29:54.016 | -8410                   | -7530                   | -9050                   | -24990                    | -8360               | -7480               | -9020               |
| 03/02/2016 | 11:30:04.016 | -8410                   | -7530                   | -9050                   | -24990                    | -8360               | -7480               | -9020               |
| 03/02/2016 | 11:30:14.016 | -8420                   | -7520                   | -9030                   | -24980                    | -8380               | -7470               | -9010               |
| 03/02/2016 | 11:30:24.016 | -8470                   | -7550                   | -9020                   | -25050                    | -8430               | -7490               | -9000               |
| 03/02/2016 | 11:30:34.016 | -9430                   | -8510                   | -10380                  | -28320                    | -9380               | -8460               | -10360              |
| 03/02/2016 | 11:30:44.016 | -10580                  | -9780                   | -11870                  | -32230                    | -10520              | -9720               | -11840              |
| 03/02/2016 | 11:30:54.016 | -10530                  | -9780                   | -11790                  | -32090                    | -10470              | -9720               | -11750              |

**ANEXO 10 – TABLA SELECCIÓN DE CONDUCTORES**

**TABLA 4**  
**INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE**  
**(Secciones AWG)**

| AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: |          |                         |      |      |                         |      |      |         |
|-----------------------------------|----------|-------------------------|------|------|-------------------------|------|------|---------|
|                                   |          | 60°                     | 75°  | 90°C |                         |      |      |         |
| SECCION                           | SECCION  | GRUPO A                 |      |      | GRUPO B                 |      |      | DESNUDO |
|                                   |          | TEMPERATURA DE SERVICIO |      |      | TEMPERATURA DE SERVICIO |      |      |         |
| Nominal (mm <sup>2</sup> )        | AWG      | 60°C                    | 75°C | 90°C | 60°C                    | 75°C | 90°C |         |
| 0,32                              | 22       | 3                       | 3    |      |                         |      |      |         |
| 0,51                              | 20       | 5                       | 5    |      |                         |      |      |         |
| 0,82                              | 18       | 7,5                     | 7,5  |      |                         |      |      |         |
| 1,31                              | 16       | 10                      | 10   |      |                         |      |      |         |
| 2,08                              | 14       | 15                      | 15   | 25   | 20                      | 20   | 30   |         |
| 3,31                              | 12       | 20                      | 20   | 30   | 25                      | 25   | 40   |         |
| 5,26                              | 10       | 30                      | 30   | 40   | 40                      | 40   | 55   |         |
| 8,36                              | 8        | 40                      | 45   | 50   | 55                      | 65   | 70   | 90      |
| 13,30                             | 6        | 55                      | 65   | 70   | 80                      | 95   | 100  | 130     |
| 21,15                             | 4        | 70                      | 85   | 90   | 105                     | 125  | 135  | 150     |
| 26,67                             | 3        | 80                      | 100  | 105  | 120                     | 145  | 155  | 200     |
| 33,62                             | 2        | 95                      | 115  | 120  | 140                     | 170  | 180  | 230     |
| 42,41                             | 1        | 110                     | 130  | 140  | 165                     | 195  | 210  | 270     |
| 53,49                             | 1/0      | 125                     | 150  | 155  | 195                     | 230  | 245  | 310     |
| 67,42                             | 3/0      | 145                     | 175  | 185  | 225                     | 265  | 285  | 360     |
| 85,01                             | 3/0      | 165                     | 200  | 210  | 260                     | 310  | 330  | 420     |
| 107,2                             | 4/0      | 195                     | 230  | 235  | 300                     | 360  | 385  | 490     |
| 127                               | 250 MCM  | 215                     | 255  | 270  | 340                     | 405  | 425  | 540     |
| 152,0                             | 300 MCM  | 240                     | 285  | 300  | 375                     | 445  | 480  | 610     |
| 177,3                             | 350 MCM  | 260                     | 310  | 325  | 420                     | 505  | 530  | 670     |
| 202,7                             | 400 MCM  | 280                     | 355  | 360  | 455                     | 545  | 575  | 730     |
| 253,4                             | 500 MCM  | 320                     | 380  | 405  | 515                     | 620  | 660  | 840     |
| 304                               | 600 MCM  | 355                     | 420  | 455  | 475                     | 690  | 740  |         |
| 354,7                             | 700 MCM  | 385                     | 460  |      | 630                     | 755  |      |         |
| 380                               | 750 MCM  | 400                     | 475  | 500  | 655                     | 785  | 845  |         |
| 405,4                             | 800 MCM  | 410                     | 490  |      | 680                     | 815  |      |         |
| 456                               | 900 MCM  | 435                     | 520  |      | 730                     | 870  |      |         |
| 506,7                             | 1000 MCM | 455                     | 545  | 585  | 780                     | 925  | 1000 |         |
| 633,4                             | 1250 MCM | 495                     | 590  |      | 890                     | 1065 |      |         |
| 760,1                             | 1500 MCM | 520                     | 625  |      | 980                     | 1175 |      |         |
| 886,7                             | 1750 MCM | 545                     | 650  |      | 1070                    | 1280 |      |         |
| 1013                              | 2000 MCM | 560                     | 665  |      | 1155                    | 1385 |      |         |

*Grupo A: hasta 3 conductores en tubo o en cable o directamente enterrados. Grupo B: Conductor simple al aire libre.*

**ANEXO 11 – TABLA DE EQUIVALENCIAS PESO-VOLUMEN DE GASES**



TABLA DE EQUIVALENCIAS PESO-VOLUMEN DE GASES.

| GAS       | PESO DE LIQUIDO<br>O GAS |              | VOLUMEN DE<br>LIQUIDO |              | VOLUMEN DE GAS<br>70° F Y 14.7 PSI |                  |
|-----------|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------------------------|------------------|
|           | KG                       | LB           | L                     | gal          | m <sup>3</sup>                     | pie <sup>3</sup> |
|           | 0.454                    | <b>1.000</b> | 0.397                 | 0.105        | 0.342                              | 12.08            |
|           | <b>1.000</b>             | 2.205        | 0.876                 | 0.231        | 0.754                              | 26.62            |
| OXIGENO   | 1.142                    | 2.517        | <b>1.000</b>          | 0.264        | 0.861                              | 30.39            |
|           | 4.321                    | 9.527        | 3.785                 | <b>1.000</b> | 3.258                              | 115.05           |
|           | 3.756                    | 8.281        | 3.290                 | 0.869        | 2.832                              | <b>100.0</b>     |
|           | 1.327                    | 2.924        | 1.162                 | 0.307        | <b>1.000</b>                       | 35.31            |
|           | 0.454                    | <b>1.000</b> | 0.326                 | 0.086        | 0.274                              | 9.67             |
| ARGON     | <b>1.000</b>             | 2.205        | 0.718                 | 0.190        | 0.604                              | 21.32            |
|           | 1.393                    | 3.072        | <b>1.000</b>          | 0.264        | 0.841                              | 29.71            |
|           | 5.274                    | 11.628       | 3.785                 | <b>1.000</b> | 3.184                              | 112.45           |
|           | 4.690                    | 10.340       | 3.366                 | 0.889        | 2.832                              | <b>100.0</b>     |
|           | 1.656                    | 3.652        | 1.189                 | 0.314        | <b>1.000</b>                       | 35.31            |
| NITROGENO | 0.454                    | <b>1.000</b> | 0.561                 | 0.148        | 0.391                              | 13.79            |
|           | <b>1.000</b>             | 2.205        | 1.237                 | 0.327        | 0.862                              | 30.43            |
|           | 0.808                    | 1.782        | <b>1.000</b>          | 0.264        | 0.697                              | 24.60            |
|           | 3.060                    | 6.746        | 3.785                 | <b>1.000</b> | 2.637                              | 93.11            |
|           | 3.286                    | 7.245        | 4.065                 | 1.074        | 2.832                              | <b>100.0</b>     |
|           | 1.160                    | 2.558        | 1.436                 | 0.379        | <b>1.000</b>                       | 35.31            |
| HELIO     | 0.454                    | <b>1.000</b> | 3.631                 | 0.959        | 2.739                              | 96.71            |
|           | <b>1.000</b>             | 2.205        | 8.006                 | 2.115        | 6.038                              | 213.23           |
|           | 0.125                    | 0.275        | <b>1.000</b>          | 0.264        | 0.754                              | 26.63            |
|           | 0.473                    | 1.042        | 3.785                 | <b>1.000</b> | 2.855                              | 100.82           |
|           | 0.469                    | 1.034        | 3.754                 | 0.992        | 2.832                              | <b>100.0</b>     |
| CO2       | 0.166                    | 0.365        | 1.326                 | 0.350        | <b>1.000</b>                       | 35.31            |
|           | 0.454                    | <b>1.000</b> | 0.447                 | 0.118        | 0.248                              | 8.74             |
|           | <b>1.000</b>             | 2.205        | 0.958                 | 0.261        | 0.546                              | 19.27            |
|           | 1.015                    | 2.238        | <b>1.000</b>          | 0.264        | 0.554                              | 19.56            |
|           | 3.842                    | 8.470        | 3.785                 | <b>1.000</b> | 2.097                              | 74.04            |
|           | 5.189                    | 11.440       | 5.113                 | 1.351        | 2.832                              | <b>100.0</b>     |
| 1.832     | 4.039                    | 1.805        | 0.447                 | <b>1.000</b> | 35.31                              |                  |

**ANEXO 12 – VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS Y PROPUESTA**