



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD  
DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería Eléctrica  
en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autores:

Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl

Santo Cando Cristian Israel

Tutor:

Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

LATACUNGA – ECUADOR

JULIO - 2018



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Eléctrica

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl con cedula de ciudadanía N° 050315040-1, y Santo Cando Cristian Israel con cedula de ciudadanía N° 050369099-2, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA” siendo; Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl

CI: 050315040-1

Santo Cando Cristian Israel

CI: 050369099-2

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

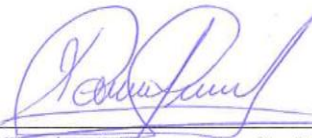
En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”**,

De Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl y Santo Cando Cristian Israel, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio, 2018

El Tutor



Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado  
C.I.: 050265642-4



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas ; por cuanto, los postulantes: Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl y Santo Cando Cristian Israel, con el título de Proyecto de titulación: “ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

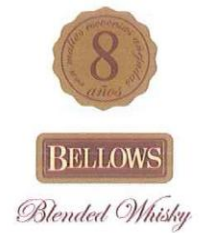
Latacunga, 24 de Julio de 2018

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**  
Msc. Wilian Guamán  
C.I: 0603578956

**Lector 2**  
PhD. Iliana González  
C.I: 1757070659

**Lector 3**  
Msc. Edwin Lema  
CC: 0302241351



## CERTIFICACIÓN

En calidad de JEFE DE PLANTA de la empresa ALCOPESA., a petición verbal de los interesados, certifico que:

Los señores Edison Raúl Pastuña Guilcamaigua, portador de la cedula de ciudadanía N° 050315040- 1 y Cristian Israel Santo Cando portador de la cedula de ciudadanía N° 050369099-2, realizaron la toma de datos para el trabajo investigativo que constó; de la instalación de un analizador de redes trifásico FLUKE 435 durante 8 días, se recolecto datos de placa de los motores, y se realizó un levantamiento del sistema de iluminación, siguiendo todos los lineamientos y requisitos, con la supervisión del técnico eléctrico de la planta.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultad a los interesados, hacer uso de este documento en forma de que se estime conveniente.

Atentamente:

Ing. Sandra Castro  
JEFE DE PLANTA

**ALCOPESA S.A.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida, la fuerza y el valor para seguir adelante ya que gracias a él puedo alcanzar un triunfo más en la vida.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a todos mis maestros quienes me brindaron sabias enseñanzas para mi profesión.

De todo corazón agradezco a todas aquellas personas que me supieron ayudar de una u otra manera con sus sabios conocimientos para la realización del presente proyecto.

Edison.....

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme la fortaleza para seguir adelante a pesar de los problemas y brindarme la dicha de tener a mis padres y hermanos, gracias a mi familia por su apoyo incondicional que me han brindado y por ser uno de los pilares fundamentales para alcanzar mi meta, gracias así también a todas las personas, amigos y demás familiares por ser un ente más de soporte para enfrentar dificultades, ya que el camino que he recorrido no asido fácil pero ahora lo he logrado, con un agradecimiento especial a mi Abuelita Vicenta Guanoluisa que hoy es un ángel que cuidará de mí y de toda la familia desde el cielo.

Cristian.....

## **DEDICATORIA**

“Toda victoria y toda gloria os es realizada mediante vuestra diligencia, fidelidad y oraciones de fe.”

A mi familia en especial a mis padres, por el todo el apoyo brindado durante el tiempo de mi formación profesional y por los esfuerzos realizados para poder estar en este punto de mi vida, ya que, con sus palabras de aliento, he podido superar cada uno de los obstáculos que se han presentado durante el trayecto de este camino.

Dedico a todos ustedes, con mucho cariño y amor.

Edison.....



## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a mi padre Aníbal Santo, a mi madre Blanca Cando y a mis hermanos, por supuesto a mi Abuelita que estará cuidándonos desde el cielo, ya que fueron los que creyeron en mí y recorrer la vida ayudándome a ser mejor persona.

Cristian.....

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	4
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. General.....	6
6.2. Específicos .....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS CON RELACION CON LOS OBJETIVOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	9
8.1. Eficiencia Energética .....	9
8.2. Indicadores de Eficiencia Energética.....	9
8.2.1 Herramientas para el análisis de Eficiencia Energética.....	9
8.3. Tarifas de media tensión para consumidores industriales con demanda .....	15
8.4. Analizador de Redes .....	16
8.4.1. Conexión trifásica del analizador. ....	17
8.5. Diagrama unifilar .....	17
8.6. Tipos de Demanda: .....	18
8.6.1. Demanda Máxima.....	18

8.6.2.	Demanda promedio.....	18
8.6.3.	Demanda Mínima .....	18
8.7.	Curva de carga .....	18
8.7.1.	Consideraciones de la curva de carga.....	19
8.7.2.	Curva de carga diaria.....	19
8.8.	Límites permitidos para voltejes de armónicos individuales.....	19
8.9.	El Factor de carga .....	20
8.10.	Factor de Demanda.....	21
8.11.	Factor de Pérdida.....	21
8.12.	Pérdidas de potencia en transformadores .....	21
8.13.	Programa de simulación.....	22
8.13.1.	Software ETAP 12.6 <<Demo>> .....	22
8.13.2.	Pantalla Principal del software de simulación.....	23
8.13.3.	Flujo de potencia .....	23
8.13.4.	Barra de herramienta de modo de simulación .....	23
8.13.5.	System Toolbar.....	24
8.13.6.	AC Elements Editor Overview .....	25
9.	VALIDACION DE LA PREGUNTA CIENTIFICA O HIPÓTESIS .....	<b>25</b>
10.	MARCO METODOLÓGICO Y DISEÑO EXPERIMENTAL: .....	<b>25</b>
11.	ANALISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS .....	<b>27</b>
11.1.	Descripción de la Empresa.....	27
11.2.	Ubicación de la Empresa.....	27
11.3.	Datos del Transformador existente .....	28
11.4.	Plano arquitectónico de planta - Alcopesa .....	28
11.5.	Identificación de los Portadores Energéticos .....	29
11.5.1.	Evaluación de los Portadores Energéticos (diagramas de Pareto).....	30
11.5.2.	Datos históricos de la planilla eléctrica .....	30

11.5.3.	Consumo de energía por unidad de tiempo .....	32
11.5.4.	Gráfico de control.....	32
11.5.5.	Diagrama Consumo – Producción en el tiempo (E vs P-T) .....	33
11.5.6.	Diagrama de Dispersión y Correlación .....	35
11.5.7.	Diagrama de bloques .....	35
11.6.	Censo de carga .....	36
11.6.1.	Censo de carga de Iluminación.....	37
11.7.	Análisis de la demanda.....	37
11.7.1.	Análisis de los Niveles de Voltaje.....	37
11.7.2.	Curva de carga .....	42
11.7.3.	Armónicos de voltejes individuales.....	43
11.8.1.	Diagrama Unifilar del Sistema Eléctrico.....	45
11.8.2.	Simulación del sistema eléctrico en demanda máxima .....	45
11.8.3.	Resultados de la simulación .....	46
11.8.4.	Cálculo del nuevo conductor .....	49
11.9.	Estudio de Iluminación.....	50
12.	<b>IMPACTOS TECNICOS SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS.....</b>	<b>56</b>
13.	<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>56</b>
14.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
15.	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de variación para detección de anomalías consumo-producción .....	13
Tabla 2: Cargos tarifarios para consumidores Industriales .....	16
Tabla 3: Límites permitidos para voltajes de armónicos individuales .....	20
Tabla 4: Tarifa del agua para sector Industrial .....	29
Tabla 5: Portadores Energéticos .....	30
Tabla 6: Datos históricos de la plantilla eléctrica .....	31
Tabla 7: Determinar las Variaciones anormales de variables .....	34
Tabla 8. Potencia de carga Instalada .....	36
Tabla 9. Límites de variación de voltaje .....	37
Tabla 10: Análisis del Voltaje Fase-Neutro .....	38
Tabla 11: Análisis del voltaje fase- fase .....	39
Tabla 12: Análisis de voltaje en el neutro .....	40
Tabla 13: Análisis de las corrientes .....	40
Tabla 14: Análisis de la Potencia Activa .....	41
Tabla 15: Armónicos de voltajes individuales .....	43
Tabla 16. Parámetros de los conductores .....	45
Tabla 17: Carga conectada en demanda máxima .....	46
Tabla 18: Datos del Transformador .....	46
Tabla 19: Cargabilidad de los Conductores .....	47
Tabla 20: Caídas de Voltaje y perdidas de potencia .....	48
Tabla 21: Niveles de Iluminación .....	50
Tabla 22: Principales áreas de la empresa Alcopesa .....	52
Tabla 23: Condición actual y propuesta de iluminación .....	53
Tabla 24 Lista de piezas - Luminarias .....	54
Tabla 25. Calculo del VAN Y TIR .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo del diagrama de Pareto .....	10
Figura 2: Ejemplo de Control del Índice de Consumo .....	12
Figura 3: Línea de tendencia .....	14
Figura 4: Analizador de Redes .....	16
Figura 5: Conexión del analizador de redes .....	17
Figura 6: Ejemplo de Curva de carga .....	19
Figura 7. Pantalla principal del Etap 12.6 <<Demo>>.....	23
Figura 8: Barra de herramientas de modo de simulación .....	24
Figura 9: Agregar elemento en el simulador .....	24
Figura 10: System Toolbar .....	24
Figura 11:. Equivalente de Red .....	25
Figura 12: Editor de elementos en AC .....	25
Figura 13: Ubicación de la Empresa .....	27
Figura 14: Ubicación del Transformador .....	28
Figura 15. Costos de Portadores energéticos.....	30
Figura 16: Consumo de energía por unidad de tiempo.....	32
Figura 17: Gráfico de control .....	33
Figura 18: Diagrama Consumo – Producción en el tiempo (E vs P-T).....	34
Figura 19: Diagrama de Dispersión y Correlación.....	35
Figura 20: Diagrama de bloque .....	36
Figura 21: Porcentaje de potencia de carga instalada.....	37
Figura 22: Análisis del voltaje fase- neutro.....	38
Figura 23: Análisis de voltaje fase-fase.....	39
Figura 24: Análisis de voltaje en el neutro .....	40
Figura 25. Análisis de corriente de fase .....	41

Figura 26: Análisis de potencia activa.....	42
Figura 27. Curva de carga .....	42
Figura 28. Porcentaje de armónicos individuales .....	43
Figura 29: Vista en 3D, de la planta Alcopesa .....	51

## **INDICE DE ABREVIATURAS**

- IDEn:** Indicador de desempeño energético
- PIT:** Pérdidas internas del transformador
- FGDI:** Factor de gestión de la demanda industrial
- FPr:** Factor de potencia registrada
- BFP:** Penalización de bajo factor de potencia
- FSPEE:** Factura por servicio público de energía eléctrica-USD
- CONELEC:** Consejo Nacional de Electricidad
- Fpe:** Factor de pérdidas
- Fc:** Factor de carga
- ANSI:** American National Standards Institute
- IEC:** International Electrotechnical Commission
- ELEPCOSA:** Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi
- ETAP:** Eterprise Solution for Electrical Power Systems
- TDG:** Tablero de Distribución General
- INEN:** Instituto Ecuatoriano de Normalización
- NEC:** Norma Ecuatoriana de la Construcción

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”

**Autor/es:**

Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl  
Santo Cando Cristian Israel

## RESUMEN

Alcopesa es una empresa dedicada a la comercialización de licores de la marca Bellows desde el año 2001, siendo una industria en constante evolución que incorpora una diversidad de equipos consumidores de grandes cantidades de energía eléctrica para mantener los elevados niveles de producción que maneja la compañía. Por tal razón se consideró realizar un estudio de la demanda para determinar la eficiencia energética del sistema eléctrico y así conocer el comportamiento de la misma en caso de existir incremento en su maquinaria, para eso se realizó un diagnóstico técnico de las características de los equipos conectados al sistema.

Para dar inicio al estudio planteado se procedió a reconocer los principales portadores energéticos existentes en la empresa, teniendo como resultado agua, diésel y electricidad; con la finalidad de establecer cuál de ellos es el más relevante utilizando el diagrama de Pareto, obteniendo como resultado que el portador de mayor incidencia es el consumo de energía eléctrica, arrojando un valor representativo porcentual del 42,42%.

Para el estudio de la demanda y determinación de la curva de carga se ha instalado un analizador de energía trifásico fluke 435 II durante 7 días continuos, dando como resultado el registro de una potencia máxima de 20,55 KW que se da el día 26 de junio del 2018 a las 08:44 de la mañana. Además, se evidenció que en el sistema existe un desbalance de cargas, esto quiere decir que la corriente no tiene la misma magnitud en las tres fases.

Finalmente, utilizando software especializado para estudios de iluminación se realizó el respectivo análisis de la instalación, teniendo como resultado un flujo luminoso total de 978551 lm y una carga instalada de 14456 W, lo que permitió establecer una propuesta para mejorar dicho sistema y reducir el consumo de energía. La propuesta planteada es el cambio de luminarias fluorescentes a luminarias LED, obteniendo como resultado un flujo luminoso total de 450100 lm y una potencia total de 5866 W, considerándose esto como una alternativa para la disminuir el consumo de energía y mejorar los niveles de iluminación.

**Palabras clave:** Demanda, Eficiencia Energética, Curva de Carga.



# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF SCIENCE AND APPLIED ENGINEERING

**TITLE:** “ANALYSIS OF THE DEMAND IN THE COMPANY ALCOPEA OF THE CITY OF LATACUNGA, TO DETERMINE ENERGY EFFICIENCY”

**AUTORS:**

Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl  
Santo Cando Cristian Israel

**ABSTRACT**

Alcopesa is a company dedicated to the commercialization of liquors of the entire line of Bellows since 2001, being a constantly evolving industry that incorporates a variety of consumer equipment of large amounts of electric energy to maintain the high levels of production that the company manages.

To begin the proposed study, the main energy carriers in the company were recognised, resulting in water, diesel and electricity; In order to establish which of them is the most relevant using the Pareto diagram, obtaining as a result that the carrier of greater incidence is the consumption of electrical energy, yielding a percentage representative value of 42.42%.

Or the study of the demand and determination of the load curve, has been installed a fluke 435 II three-phase power analyzer for 7 days continuous, resulting in the registration of a power maximum of 20.55 KW that occurs on June 26, 2018 at 08:44 in the morning. In addition, it was evidenced that in the system there is an unbalance of loads, this means that the current does not have the same magnitude in the three phases. In addition, it was evidenced that in the system there is an unbalance of loads, this means that the current does not have the same magnitude in the three phases.

Finally, using specialized software for lighting studies, the respective analysis of the installation was carried out, resulting in a total luminous flux of 978551 lm and an installed load of 14456 W, which allowed establishing a proposal to improve said system and reduce consumption. of energy. La propuesta planteada es el cambio de luminarias fluorescentes a luminarias LED, obteniendo como resultado un flujo luminoso total de 450100 lm y una potencia total de 5866 W, considerándose esto como una alternativa para la disminuir el consumo de energía y mejorar los niveles de iluminación.

**Key words:** Demand, energy efficiency, load curve.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Unidad Académica de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl y Santo Cando Cristian Israel, cuyo título versa “**ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio del 2018

Atentamente,

**Msc. Erika Cecilia Borja Salazar**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 050216109-4**



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ALCOPEA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”

### **Fecha de inicio:**

10 de octubre de 2017 (Primera Etapa)

### **Fecha de finalización:**

27 de Julio de 2018 (Segunda Etapa)

### **Lugar de ejecución:**

Empresa ALCOPEA/ Cotopaxi/Latacunga/Eloy Alfaro/San Felipe

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Eléctrica

### **Proyecto de Investigación Vinculado:**

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

**Autor 1:** Edison Raúl Pastuña Guilcamaigua

**Autor 2:** Cristian Israel Santo Cando

### **Área de Conocimiento:**

Investigación

### **Línea de investigación:**

Explotación y diseño de Sistemas Eléctricos de Potencia

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Eficiencia Energética

## HOJA DE VIDA DEL POSTULANTE

### ANTECEDENTES PERSONALES.

Nombre : Pastuña Guilcamaigua Edison Raúl  
Fecha de nacimiento : 09 de enero de 1989  
Estado Civil : Soltero.  
Nacionalidad : ecuatoriana  
Cédula N. <sup>a</sup> : 050315040-1  
Domicilio : Latacunga/San Felipe/Eloy Alfaro  
Teléfono : 0995559203  
e-mail : edison89\_@hotmail.com



### ANTECEDENTES ACADÉMICOS.

- Educación Primaria : Escuela Fiscal “Isidro Ayora”
- Educación Media : Instituto Tecnológico Superior “Ramon Barba Naranjo”
- 2002 - 2008 : Bachiller Técnico Industrial en Electrónica
- Educación Superior : Universidad Técnica de Cotopaxi
- 2012 - 2018 : Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

## HOJA DE VIDA DEL POSTULANTE

### ANTECEDENTES PERSONALES.

Nombre : Santo Cando Cristian Israel  
Fecha de nacimiento : 09 de enero de 1991.  
Estado Civil : Soltero.  
Nacionalidad : ecuatoriana.  
Cédula N. <sup>a</sup> : 050369099-2  
Domicilio : Latacunga/San Felipe/Eloy Alfaro  
Teléfono : 0999937116  
e-mail : cris.santo2@hotmail.com



### ANTECEDENTES ACADÉMICOS.

- Educación Primaria : Escuela Fiscal Mixta “Manuel Salcedo”
- Educación Media : Unidad Educativa “Juan Abel Echeverría”
- 2002 - 2008 : Bachiller Técnico en Instalaciones de Equipos y Maquinas Eléctricas
- Educación Superior : Universidad Técnica de Cotopaxi
- 2010 - 2018 : Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

Alcopesa es una empresa dedicada a la comercialización de licores de la marca Bellows desde el año 2001, siendo una industria en constante evolución que incorpora una diversidad de equipos consumidores de grandes cantidades de energía eléctrica para mantener los elevados niveles de producción que maneja la compañía. Por tal razón se consideró realizar un estudio de la demanda para determinar la eficiencia energética del sistema eléctrico y así conocer el comportamiento de la misma en caso de existir incremento en su maquinaria, para eso se realizó un diagnóstico técnico de las características de los equipos conectados al sistema.

Para dar inicio al estudio planteado se procedió a reconocer los principales portadores energéticos existentes en la empresa, teniendo como resultado agua, diésel y electricidad; con la finalidad de establecer cuál de ellos es el más relevante utilizando el diagrama de Pareto, obteniendo como resultado que el portador de mayor incidencia es el consumo de energía eléctrica, arrojando un valor representativo porcentual del 42,42%.

Para el estudio de la demanda y determinación de la curva de carga se ha instalado un analizador de energía trifásico fluke 435 II durante 7 días continuos, dando como resultado el registro de una potencia máxima de 20,55 KW que se da el día 26 de junio del 2018 a las 08:44 de la mañana. Además, se evidenció que en el sistema existe un desbalance de cargas, esto quiere decir que la corriente no tiene la misma magnitud en las tres fases.

Finalmente, utilizando software especializado para estudios de iluminación se realizó el respectivo análisis de la instalación, teniendo como resultado un flujo luminoso total de 978551 lm y una carga instalada de 14456 W, lo que permitió establecer una propuesta para mejorar dicho sistema y reducir el consumo de energía. La propuesta planteada es el cambio de luminarias fluorescentes a luminarias LED, obteniendo como resultado un flujo luminoso total de 636900 lm y una potencia total de 5866 W, considerándose esto como una alternativa para la disminuir el consumo de energía y mejorar los niveles de iluminación.

**Palabras clave:** Demanda, Eficiencia Energética, Curva de Carga

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El presente estudio es de vital importancia porque brinda un aporte esencial a la empresa para tomar cualquier tipo de decisiones en el ámbito eléctrico, incluyendo la planificación a futuro de una expansión de las instalaciones o la inyección de nuevos equipos, que representarían un incremento en la demanda eléctrica y por ende en el consumo de energía.

Este proyecto pretende aportar a la empresa un análisis pormenorizado del consumo energético de los procesos industriales, contribuyendo así al análisis del comportamiento actual del consumo de portadores energéticos más utilizados en diversas áreas de la empresa, ya que existe un desconocimiento de los mismos.

En vista de que este proyecto propondrá opciones para la reducción en el consumo de energía, se considera factible realizar el estudio de los portadores energéticos y establecer alternativas para el buen uso del portador que tenga mayor incidencia.

### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

El beneficiario directo con el presente estudio serán los directivos y asociados de la empresa Alcopesa, ya que se plantearán propuestas de mejora en el ámbito eléctrico con la finalidad de mantener o aumentar el crecimiento sustentable en la instalación de nuevos equipos y disminuir el costo de energía.

Se considera como beneficiario indirecto a la empresa distribuidora de energía (ELEPCOSA), ya que por medio de este estudio se pretende mejorar los parámetros de calidad de energía.

### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **Situación Problemática**

Alcopesa es una empresa embotelladora de licores, y debido a sus actividades comerciales requiere de varios portadores energéticos, por tal razón es necesario el estudio minucioso de cada portador existente en la planta, por medio de una auditoria energética se pretende determinar las posibles soluciones en el ámbito eléctrico para alcanzar niveles aceptables de eficiencia energética, dando como resultado la identificación del portador más relevante que incide en los costos de operación del sistema y determinando posibles anomalías en el comportamiento del consumo eléctrico en función del tiempo.

La falta de planos eléctricos y estudios de calidad de energía conlleva al desconocimiento del estado actual del sistema, siendo así una causa para no tener una planificación adecuada del sistema eléctrico, por tal motivo podría acarrear problemas como la sobrecarga en el transformador, o la existencia de pérdidas de potencia en los conductores y en equipos instalados a la red, inclusive un alto consumo de energía en la planta industrial por un bajo factor de potencia o presencia de armónicos.

### **Formulación del Problema**

El principal portador energético de la empresa (consumo de electricidad), incrementa los costos de operación de la fábrica Alcopesa de la ciudad de Latacunga.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. General**

Analizar la demanda eléctrica en la empresa Alcopesa de la ciudad de Latacunga, para determinar la eficiencia energética.

### **6.2. Específicos**

- Buscar información de fuentes bibliográficas de trabajos relacionados a la eficiencia energética en industrias.
- Analizar los principales portadores energéticos y establecer cual tiene mayor incidencia en los costos de operación del sistema.
- Analizar la demanda eléctrica del sistema mediante un censo de carga y simulación en el software Etap 12.6 “Demo” para determinar posibles problemas y soluciones.
- Diagnosticar el sistema de iluminación mediante simulación para determinar la calidad de la misma y plantear una alternativa de mejora.

## **7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS CON RELACION CON LOS OBJETIVOS**



<b>SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b>			
<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la Actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
<p><b>Objetivo 1:</b></p> <p>Buscar información de fuentes bibliográficas de trabajos relacionados a la Eficiencia Energética en industrias.</p>	<p>Indagar las fuentes bibliográficas y obtener información sobre la eficiencia energética, portadores energéticos relacionados a la Industria, y las herramientas utilizadas para el análisis correspondiente.</p>	<p>Elaboración del marco investigativo con información a utilizar para en análisis de la eficiencia energética y a su vez utilizar formulas necesarias para los cálculos si se lo requiere.</p>	<p>Las fuentes de investigación se lo realizan mediante navegadores (sitios web), además los encontramos en libros, tesis sobre la eficiencia energética en industrias.</p>
<p><b>Objetivo 2:</b></p> <p>Analizar los principales portadores energéticos y establecer cual tiene mayor incidencia en los costos de operación del sistema.</p>	<p>Visitar las instalaciones de la planta para hacer un reconocimiento de las principales fuentes de energía que prevalecen en ese lugar.</p>	<p>Identificación del principal recurso energético que prevalece en el lugar de estudio.</p>	<p>Mediante la utilización del método de Pareto se podrá determinar cuál es el recurso energético que prevalece en la empresa Alcopesa.</p>
<p><b>Objetivo 3:</b></p>			

<p>Analizar la demanda eléctrica del sistema mediante un censo de carga y simulación en el software Etap 12.6 “Demo” para determinar posibles problemas y soluciones.</p>	<p>Tramitar el analizador de redes, para la obtención de los parámetros eléctricos del sistema de baja tensión.</p> <p>Reconocimiento de las conexiones de las instalaciones eléctricas, desde el tablero de distribución general, sub-tableros de distribución hasta llegar a la carga instalada.</p>	<p>Obtención de la potencia demandada, energía demandada, factor de potencia, voltaje de servicio, frecuencia, teniendo en cuenta los valores admisibles de los parámetros de la calidad de servicio.</p> <p>Actualización del esquema eléctrico de las instalaciones de la industria.</p>	<p>Conexión del analizador de redes en las salidas del transformador en los terminales de baja tensión por un lapso de tiempo mínimo de 7 días.</p> <p>Simulación del diagrama unifilar del sistema eléctrico de la institución en el programa Etap 12.6 para correr flujos de potencia y determinar los parámetros eléctricos que se encuentren fuera del rango establecido y plantear soluciones.</p>
<p><b>Objetivo 4:</b></p> <p>Diagnosticar el sistema de iluminación mediante simulación para determinar la calidad de la misma y plantear una alternativa de mejora.</p>	<p>Levantamiento de los puntos de iluminación que existe en las diversas áreas de la fábrica.</p> <p>Con la ayuda de un luxómetro se procederá a la medición del nivel de luminosidad que existe en cada área.</p>	<p>Reconocimiento de características técnicas y de diseño de las luminarias utilizadas en el lugar de estudio.</p> <p>Establecer los niveles de luxes requeridos en cada área de trabajo según el tipo de luminaria y la incidencia de luz natural.</p>	<p>Estudio de Iluminación con ayuda del software Dialux “Demo” mediante simulación, para determinar la correcta distribución de la intensidad luminosa y establecer soluciones.</p>

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1. Eficiencia Energética**

Tiene como finalidad el ahorro de energía, su consumo responsable y el uso de forma eficiente de las fuentes de energéticas son esenciales en todos los niveles. Así mismo el uso adecuado de las medidas de ahorro y eficiencia energética se muestra en la necesidad de disminuir la factura energética, restringir la dependencia energética del exterior. La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, es una de las causas esenciales que afectan a la competitividad de las empresas, comprende lograr los requisitos señalados por el cliente con el menor gasto energético posible [1].

El ahorro de energía y la eficiencia energética están muy relacionadas con el uso apropiado de los consumidores y a los hábitos de consumo individuales. Al referirse de la eficiencia con que se emplea la energía, las sugerencias de ahorro y uso racional de los recursos energéticos que pueden realizarse es básicamente el aumentar la eficiencia durante el proceso de transformación de la energía de forma menos aprovechable a otras más aprovechables [2].

### **8.2. Indicadores de Eficiencia Energética**

Los indicadores energéticos representan un instrumento importante para realizar interacciones entre las actividades económicas y humanas, el consumo de energía se refiere a quienes formulan las políticas donde pueden realizarse ahorros de energía. Por otra parte, los indicadores de desempeño energético (IDEn) son un valor cuantitativo o medida de desempeño energético y pueden expresarse como una básica medición. Los ejemplos de indicadores de desempeño energético pueden incluir el consumo de energía por unidad de tiempo y el consumo de energía por unidad de producción. El uso de energía es un gasto controlable y la función de una buena gerencia es mantener ese control, la gestión energética debe ser una parte del sistema general de administración de la empresa y el monitoreo del desempeño energético un elemento clave en sus operaciones cotidianas [3].

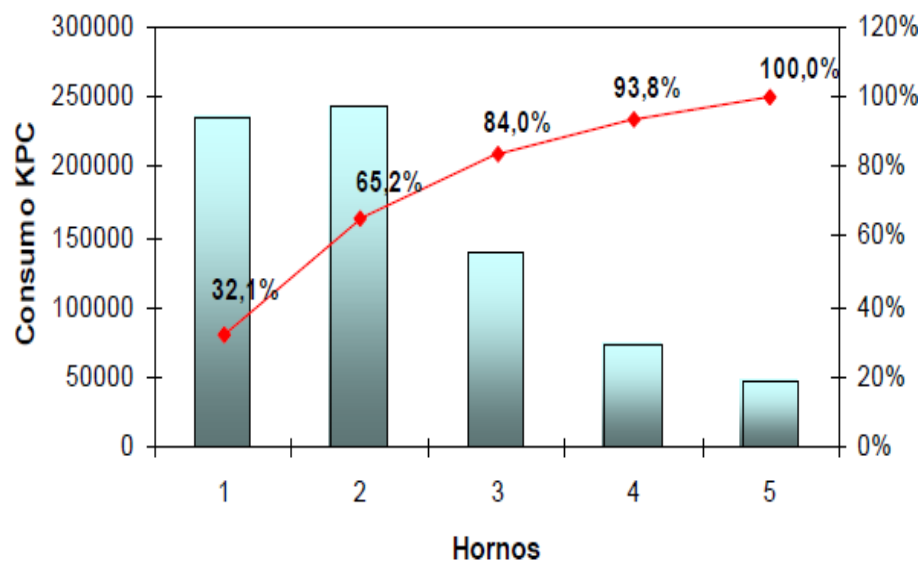
#### **8.2.1 Herramientas para el análisis de Eficiencia Energética.**

Para el análisis de la eficiencia energética en la empresa Alcopesa se utilizarán distintos diagramas para identificar el alto grado de consumo energético en la industria, para esto

utilizaremos el diagrama de bloques del proceso de la planta de producción siendo muy efectivo, ya que con claridad ayuda a expresar el uso de la energía en la organización [4].

- **Diagrama de Pareto**

Son gráficos representativos en barras en los que se visualizan información en orden descendente, partiendo desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Esta técnica es la más habitual para aplicar la ley de Pareto o también conocida como ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca y el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado [5].



*Figura 1:* Ejemplo del diagrama de Pareto [5].

El diagrama de Pareto, permite identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: Los consumidores mayores de energía de una fábrica, las mayores pérdidas energéticas de la fábrica o los mayores costos energéticos de la empresa. Además, es una herramienta útil para pronosticar la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo origina. Establecer la efectividad de una mejora cotejando los Paretos anteriores y posterior. Para elaborar un diagrama de Pareto es necesario seleccionar las categorías de elementos que van hacer registrados, tabular los datos y calcular los valores acumulativos, siguiendo por dibujar los valores

en gráficos de barras estableciendo escalas correspondientes en el eje horizontal y vertical obteniendo así conclusiones del diagrama resultante [6].

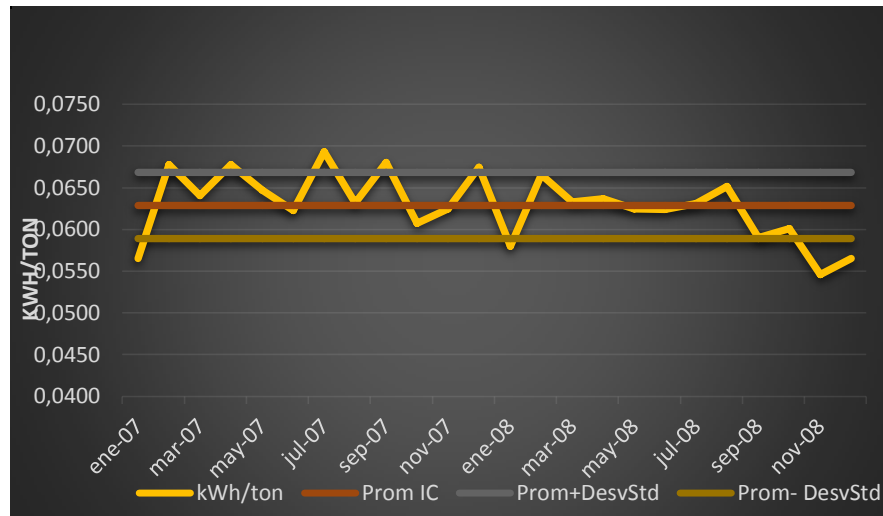
**El diagrama de Pareto proporciona información sobre los siguientes aspectos:**

- La causa o elemento de mayor importancia de los registrados y cuál es su influencia cuantitativa.
- El 20% de los elementos que producen el 80% del efecto reflejado en la categoría.
- Como influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto o categoría general analizada.
- Identificar puntos clave de control de los consumos y costos de energía con el diagrama de Pareto.
- Identificar el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente, realizando un Pareto de los consumos equivalentes de energía por portador energético.
- Identificar el 20% de las áreas de la empresa que produce el 80% del consumo energético de un portador energético específico, analizando un Pareto de los consumos energéticos de ese portador para las diferentes áreas que utilizan en la fábrica [6].
- Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% del consumo energético de un portador específico, realizando un Pareto de los consumos de ese portador para todos los equipos que utilizan.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa, realizando un diagrama de Pareto de las pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde éstas son significativas [6].

**Gráfico de control**

Son gráficos lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de límites establecidos. Se usan como instrumentos de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizados se producen alteraciones y utilidades de los gráficos de control se refieren a conocer si las variables evaluadas están bajo control o no, determinar los límites en que se pueden considerar la variable bajo control, e identificar

los comportamientos que requieren explicación de causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos, así mismo conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos [7].



**Figura 2:** Ejemplo de Control del Índice de Consumo

El gráfico consta de la línea central y las líneas límites de control. Los datos de la variable cuya estabilidad se requiere evaluar su situación. Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior, entonces las variables proceden de causa aleatoria y el comportamiento de la variable en cuestión es estable. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y significan que la variable tuvo un comportamiento inestable [7].

Este comportamiento aprueba evidenciar síntomas anormales cuando alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado. Para que todo se lleve a cabo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Media Aritmética de los Argumentos

$$\bar{X} = \mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

- Desviación Estándar

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Donde:

$\chi_i$  = Datos de consumo (KWh)

$n$  = Numero de datos

### Diagrama de consumo y producción en el tiempo (E – P vs T)

Se refiere a un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción analizada en el tiempo. El grafico para una mejor representación se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipo. Una vez se determine los datos típicos se calcula el porcentaje de estos sobre el total de la muestra y se obtiene el porcentaje de fiabilidad, que permite establecer si el total de la muestra cuenta con la validez necesaria para realizar la categorización energética.

#### Variaciones Atípicas en el Grafico E-P vs T

Generalmente debe ocurrir un aumento de la producción, por ende, se produce un incremento del consumo de energía asociada al proceso y viceversa.

Comportamientos Atípicos son:

- Incrementa la producción y decrece el consumo de energía
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.

Este diagrama es muy útil para:

- Muestra períodos en el que se producen conductas anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.
- Permite identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

El grafico de Consumo vs Producción en el tiempo puede acompañarse con una tabla relativa que permite evaluar las animalias descritas, a continuación, se puede observar el modelo de la tabla en la que se visualiza los aspectos a considerar.

**Tabla 1:** Porcentaje de variación para detección de anomalías consumo-producción

Periodo	Consumo	% Variación	Producción	% Variación	Comportamiento

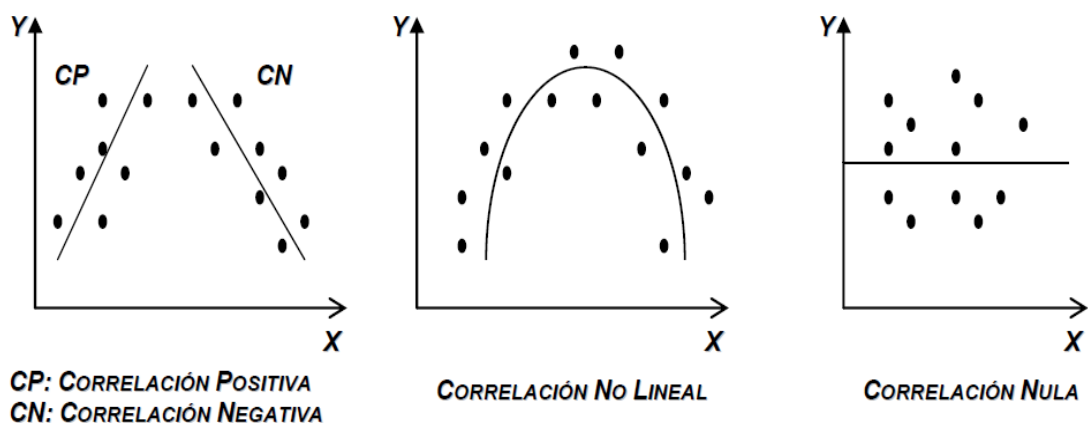
Si la muestra es válida se elabora la gráfica de consumo Energético vs. Producción, que permite observar el nivel de control que tiene la empresa sobre el consumo y establecer los ahorros potenciales de energía que se lograría con una gestión energética [12].

### Diagrama de dispersión y Correlación

Es un gráfico que se evidencia la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es representar en un gráfico x, y, si existe similitud entre dos variables, y en caso de que exista, que carácter tiene más representación. La utilidad de los diagramas de dispersión y correlación, muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están relacionados entre sí y por tanto el indicador es válido o no [12].

#### Para preparar un diagrama de dispersión

- Seleccionar las variables a evaluar
- Tabular los datos de manera tal que los exista una correspondencia entre una variable y otra, es decir datos ubicados en el mismo punto de tiempo deben confrontarse.
- Seleccione en Excel en tipo de grafico de dispersión.
- Señale la línea de tendencia y haga clic en el botón línea de tendencia y presentar ecuación del gráfico y presentar R del gráfico.
- Si el valor de la correlación es mayor que 0.85 podemos decir que hay buena correlación y podemos hacer proyecciones futuras.
- Si el valor de la correlación es menor que 0.85 entonces se debe buscar otra función de correlación diferente a la lineal.



*Figura 3:* Línea de tendencia



### 8.3. Tarifas de media tensión para consumidores industriales con demanda

Se aplica a consumidores de media tensión, y si un consumidor de este nivel de voltaje está siendo medido en baja tensión la distribuidora debe considerar un recargo equivalente al 2% de los montos medidos de potencia y de energía, por motivo de las pérdidas internas del transformador (PIT) [13].

#### El consumidor debe pagar:

- Un cargo por comercialización en USD /consumidor-mes
- Un cargo por Demanda en USD/ kW-mes
- Un cargo de energía en USD//KWh consumida en el periodo de 08h00 a 18h00
- Un cargo de energía en USD//KWh consumida en el periodo de 18h00 a 22h00
- Un cargo de energía en USD//KWh consumida en el periodo de 22h00 a 08h00.

#### Factor de gestión de la Demanda Industrial (FGDI)

Para el cálculo del factor de gestión de la demanda industrial se utilizarán las siguientes formulas:

$$SI \frac{DP}{DM} < 0,6 \qquad FGDI = 0,50 \qquad (3)$$

$$SI 0,6 \leq \frac{DP}{DM} \leq 0,9 \qquad FGDI = 0,5833 * \frac{DP}{DM} + 0,4167 * \left(\frac{DP}{DM}\right)^2 \qquad (4)$$

$$SI 0,9 \leq \frac{DP}{DM} \leq 1,00 \qquad FGDI = 1,00 \qquad (5)$$

#### Factor de Potencia

La finalidad del banco de capacitores es corregir el factor de potencia, esto es posible inyectando reactivos al sistema eléctrico ya que la potencia reactiva está directamente relacionada con el voltaje, por ende, se reducen las caídas de tensión y así también disminuye la corriente de circulación, por lo tanto, las pérdidas de potencia son menores.

Esto quiere decir que, si existe un bajo factor de potencia, la distribuidora tendrá la obligación de cobrar a los consumidores industriales de media tensión un cargo por penalización de bajo factor de potencia, al encontrarse por debajo de 0,92 del límite establecido en el pliego tarifario 2018 [13].

$$\text{si } FPr < 0,92 \quad B_{FP} = \frac{0,92}{FPr} - 1 = B_{FP} * FSPEE_i \quad (6)$$

**Donde:**

$B_{FP}$ = Penalización del bajo factor de potencia

$FSPEE_i$  = Factura de servicio eléctrico.

$FPr$ = Factor de potencia registrada

### Cargo Tarifario Único

**Tabla 2:** Cargos tarifarios para consumidores Industriales

INDUSTRIALES MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA					
Rango de Consumo			Demanda (USD/KW-mes)	Energía (USD/KWh)	Comercialización (USD/ Consumidor)
L-V	08h00	a	4.576 \$	0.0897	1.414 \$
	18h00				
L-V	18h00	a 22h00		0.1037	
L-V	22h00	a 08h00		0.0897	

#### 8.4. Analizador de Redes

Es un instrumento de medición programable que función es medir, calcular y registrar en memoria los principales parámetros eléctricos en redes industriales monofásicas, trifásicas equilibradas o trifásicas desequilibradas con neutro. Es un instrumento portátil de dimensiones reducidas, poco peso y realiza mediciones en verdadero valore eficaz.

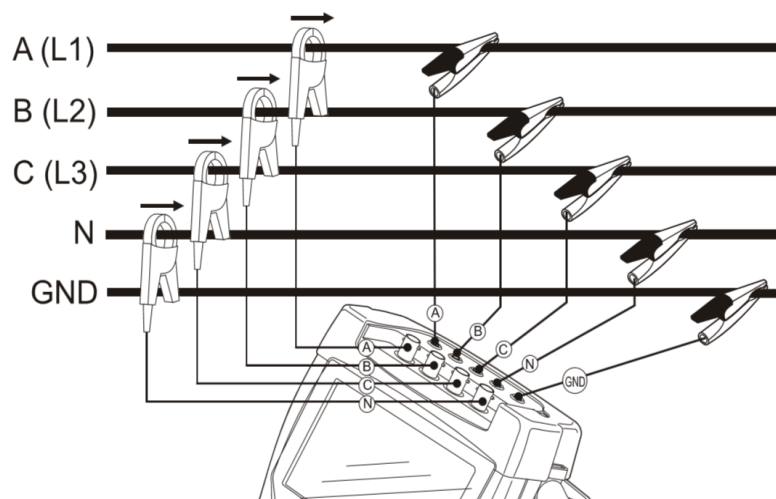


**Figura 4:** Analizador de Redes

El certificado de calibración y las características del analizador Fluke 435 II, se detallan en el Anexo 1 y Anexo 2 respectivamente.

#### 8.4.1. Conexión trifásica del analizador.

Con el analizador de redes podemos realizar mediciones de un sistema trifásico ya sea equilibrado o desequilibrado y así determinar los parámetros eléctricos, procediendo a colocar las sondas de corriente en cada fase y así también la utilización de pinzas para la medición de voltaje en el sistema eléctrico de la planta.



*Figura 5:* Conexión del analizador de redes

#### 8.5. Diagrama unifilar

Los diagramas unifilares representan todas las partes que forman parte de un sistema de potencia de modo gráfico, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para obtener una visualización completa del sistema de forma sencilla. Ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, o por fase, formado por tres líneas y un neutro de retorno, es rara vez necesario mostrar más de una fase y el neutro de retorno cuando se dibuja un diagrama del circuito. Por lo general el diagrama se simplifica aún más al omitir el neutro del circuito e indicar las partes que lo componen mediante símbolos estándar en lugar de sus circuitos equivalentes [14].

Para un diagrama unifilar eléctrico se deben presentar los siguientes elementos:

- Transformador (monofásico o trifásico)
- Fusibles, seccionadores, contactores y disyuntores

- Sección de los conductores y tipos (monofásicos, o trifásicos).
- Sección de las barras.
- Motores (cargas)
- Indicación de la corriente nominal de los fusibles.

## **8.6. Tipos de Demanda:**

### **8.6.1. Demanda Máxima**

Durante la operación de los sistemas no es necesario que todas las cargas estén conectadas durante un periodo de operación determinado de manera que una curva de demanda es variable para un cierto lapso de tiempo medido en minutos, en horas, o para un lapso de tiempo que puede ser de días, semanas, meses, o años. El valor máximo promedio de corto tiempo medido para una curva de demanda se conoce como la demanda máxima [15].

### **8.6.2. Demanda promedio**

Está definida como el valor medio o promedio de la potencia demandada en un periodo de tiempo. Para la obtención de este valor es indispensable conocer el consumo total en dicho periodo de tiempo y el número total de horas del periodo [15].

### **8.6.3. Demanda Mínima**

Es el valor mínimo de potencia que se registra en un intervalo de tiempo determinado relativamente corto dentro de un periodo de tiempo determinado. Se toma usualmente el mismo intervalo y periodo que en la determinación de la demanda máxima [10].

## **8.7. Curva de carga**

En los sistemas eléctricos la demanda es variables ya que cambia con las horas del día para la operación diarias, también cambia con la estación del año para la operación anual, para esto se utiliza las denominadas curvas de demanda, que son diagramas de la carga como función del tiempo [16].

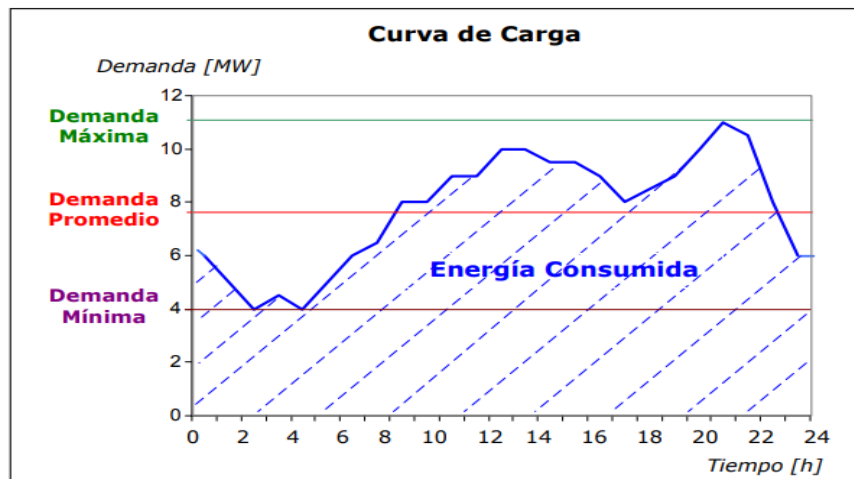


Figura 6: Ejemplo de Curva de carga

### 8.7.1. Consideraciones de la curva de carga

El cálculo adecuado de los puntos de la curva de carga de una planta industrial solamente es posible obtenerla durante su funcionamiento en régimen, esto es posible a través de la información del ciclo de operación de los sectores de producción. Es necesario elevar aproximadamente la conformación de la curva de carga en relación al tiempo con el fin de determinar una serie de factores que influyen en el dimensionamiento de los componentes eléctricos [16].

Las curvas de carga de plantas industriales varían en función de la coordinación de actividades de los diferentes sectores de producción como también en relación del funcionamiento diario.

### 8.7.2. Curva de carga diaria

Las curvas de carga diaria están formadas por los picos obtenidos en intervalos de cada hora durante el día. Las curvas de carga diarias dan una indicación de las características de la carga en el sistema, para el sector residencial, comercial o industrial y de forma en que se combinan para producir el pico [17].

## 8.8. Límites permitidos para voltejes de armónicos individuales

La regulación CONELEC 004/01, referida a la calidad del servicio eléctrico de distribución establece que los límites permitidos para armónicos individuales de voltaje, no deben superar a los límites mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 3:** Límites permitidos para voltajes de armónicos individuales

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $V_i'$ o THD' % respecto al voltaje nominal del punto de medición	
	V > 40 Kv (Otros puntos)	V ≤ 40 Kv (Trafo de distribución)
<b>Impares no múltiplos de 3</b>		
5	2	6
7	2	5
11	1.5	3.5
13	1.5	3
17	1	2
19	1	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
>25	$0.1+0.6*25/n$	$0.2+1.3*25/n$
<b>Impares múltiplos de tres</b>		
3	1.5	5
9	1	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2

### 8.9. El Factor de carga

Se define como la relación que existe entre la carga promedio y la demanda máxima. Si el consumidor utiliza la capacidad total, o sea la demanda máxima, durante las 24 horas diariamente, se dice que está operando al 100 % de su carga o de su factor de carga. En esa forma se logran las tarifas más bajas por kilowatt hora [18]

$$F_{cd} = \frac{D_{prom}}{D_{max}} \quad (7)$$

**Donde:**

**D<sub>prom</sub>** = Demanda promedio

**D<sub>max</sub>** = Demanda máxima

**F<sub>cd</sub>** = Factor de carga

El factor de carga es un índice de la eficiencia del sistema o parte de sistema de distribución, siendo el 100% de factor de carga o el pico de carga constante de las 24 horas por día el máximo posible [6].

Mantener un elevado el factor de carga en el sistema significa obtener los siguientes beneficios:

- Optimización de la inversión de la instalación eléctrica
- Aprovechamiento racional y aumento de la vida útil de la instalación eléctrica incluidos los motores y equipos
- Reducción del valor de demanda Pico

### 8.10. Factor de Demanda

Es la relación que existe entre la demanda máxima del sistema y la carga total conectada a ella durante un intervalo de tiempo considerado.

La carga conectada es la suma de las potencias nominales continuas de los aparatos consumidores de energía eléctrica. El factor de demanda es generalmente, menor que de una unidad. Su valor solamente es unitario si la carga total es conectada simultáneamente por un periodo grande de tiempo [18].

$$F_d = \frac{D_{\text{maxi}}}{P_{\text{inst}}} \quad (8)$$

Donde:

**D maxi** = Demanda máxima de instalación en KW o KVA

**P inst** = Potencia de carga conectada en KW o KVA

### 8.11. Factor de Pérdida

Define como la relación entre la pérdida de potencia en la demanda media y la pérdida de potencia en la demanda máxima, considerando un intervalo de tiempo especificado [18].

El factor de pérdida en la aplicación práctica es tomado como una función del factor de carga y tiene poca aplicación de los proyectos industriales en su mayoría.

$$F_{pe} = (0.30 \times F_c) + (0.70 \times F_c^2) \quad (9)$$

### 8.12. Pérdidas de potencia en transformadores

En los transformadores existen dos tipos de pérdidas, entre ellas están las pérdidas de potencia en vacío o también conocidas como perdidas en el hierro (Fe), mientras que el

otro tipo se considera como pérdidas con carga o pérdidas en el cobre de los devanados (Cu), todas estas se presentan en los transformadores de potencia debido a la histéresis y corrientes parasitas.

Las siguientes formulas son utilizadas para cálculo de pérdidas de potencia en vacío y bajo carga de transformadores trifásicos.

**Desde: 15 kVA hasta 150 KVA**

$$P_o = 0,910514 * P_n^{0,7486} \quad (10)$$

**Desde: 150 kVA hasta 800 KVA**

$$P_o = 13,27 * P_n^{0,7093} \quad (11)$$

**Desde: 15 kVA hasta 150 KVA**

$$P_c = -0,0103 * (P_n)^2 + 13,892 * (P_n) + 106,65 \quad (12)$$

**Desde: 150 kVA hasta 800 KVA**

$$P_c = 10,465 * P_n + 537 \quad (13)$$

**Donde:**

$P_o$  = Pérdidas de Potencia en vacío (W)

$P_c$  = Pérdidas de Potencia bajo carga (W)

$P_n$  = Potencia Nominal

### **8.13. Programa de simulación**

#### **8.13.1. Software ETAP 12.6 <<Demo>>**

Es un software de análisis y control para el diseño, simulación y operación de sistemas eléctricos de potencia en las áreas de generación, distribución e industriales. Es una herramienta integrada que ha sido diseñada y desarrollada por ingenieros que se desempeñen en las diversas disciplinas de los sistemas de potencia [7]. Además, ETAP dispone de una gran cantidad de módulos como son Redes AC o DC, tendido u rutado de cables, Redes de tierra, coordinación y selectividad de protecciones, etc.

- **Diagramas de control de sistemas AC DC.**

Es una herramienta de análisis totalmente integrada utilizada por miles de ingenieros de diferentes compañías en todo el mundo para diseñar, mantener y operar sistemas



eléctricos. Dentro del programa existe la opción ETAP Real-Time, la cual utiliza datos en tiempo real para realizar estudios de sistemas de potencia y evaluación de eventos. Donde las empresas e industrias, los operadores y gerentes utilizan el ETAP para supervisar, controlar y optimizar los sistemas de potencia propios de la actividad en la cual se desempeña [9].

### 8.13.2. Pantalla Principal del software de simulación-

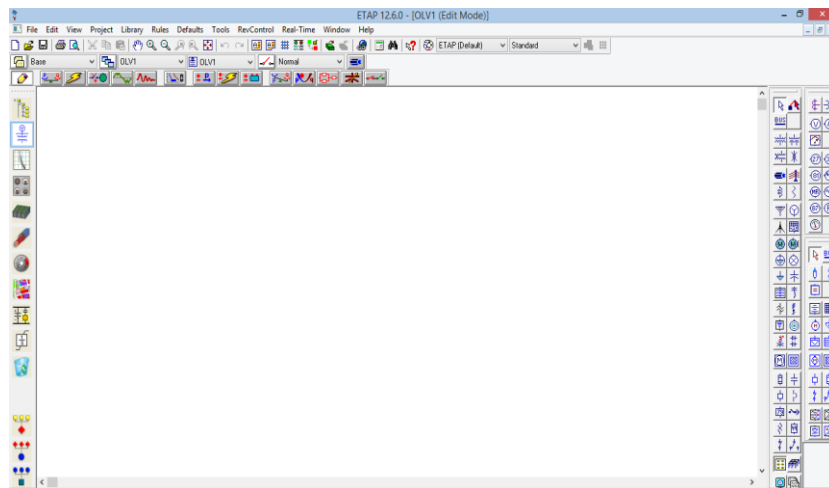


Figura 7. Pantalla principal del Etap 12.6 <<Demo>>

### 8.13.3. Flujo de potencia

Se denomina flujo de potencia a la solución en estado estacionario de un sistema eléctrico de potencia, bajo ciertas condiciones preestablecidas de generación; cargas y topología de red.

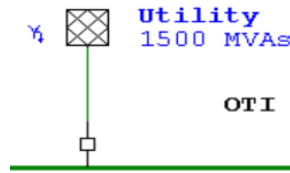
Con el flujo de potencia se obtienen los niveles de tensión en magnitud y ángulo de todas las barras del sistema, la potencia que circula por los elementos de la red y sus pérdidas [9].

### 8.13.4. Barra de herramienta de modo de simulación

A continuación, se describen cada uno de los iconos de las cuales está compuesto el MODE TOOLBAR o barra de herramientas de modo de simulación

- Simulación del flujo de carga
- Simulación de flujo de carga desbalanceada
- Estándares ANSI & IEC
- Simulación de aceleración de motores

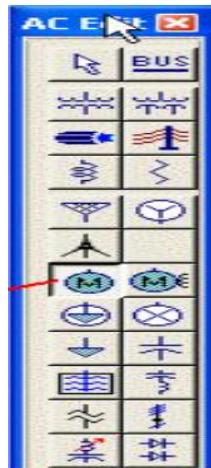




*Figura 11:* Equivalente de Red

### 8.13.6. AC Elements Editor Overview

Esta ventana cumple con el objetivo de editor para todos los elementos de diagramas de red en AC, las conexiones de buses, selección de elementos como transformadores tanto monofásicos como trifásicos, líneas de transmisión, cables, generadores, motores, el equivalente de red, banco de capacitores, entre otros.



**Figura 12:** Editor de elementos en AC

## 9. VALIDACION DE LA PREGUNTA CIENTIFICA O HIPÓTESIS

La existencia de problemas de eficiencia energética, permitirá proponer alternativas para optimizar los niveles de calidad de servicio eléctrico en la empresa Alcopesa.

## 10. MARCO METODOLÓGICO Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

Los métodos y técnicas de investigación que se utilizarán estarán encaminadas directamente con la información del proyecto entre estas se tiene las siguientes:

## **Nivel de Investigación**

### **Investigación exploratoria**

Mediante el método inductivo se tomará en cuenta la demanda de un período de 7 días, como la establece el CONELEC en la regulación 004/01, con el uso de un analizador de redes marca fluke 435, con la finalidad de conocer varios parámetros eléctricos como el consumo de energía, el comportamiento de la carga, la demanda pico, etc., y el comportamiento actual del sistema.

### **Tipos de Investigación**

#### **Investigación de campo**

En el presente trabajo es considerada la investigación de campo, por tal razón partiendo de un censo de carga se procede a identificar las áreas en las cuales están distribuidos los diversos motores y bombas, con la finalidad de tener un esquema de las instalaciones eléctricas para la respectiva simulación.

Así mismo para la determinación el sistema de iluminación se procede a inspeccionar y a medir los niveles de luxes en todas las áreas de la empresa en estudio, siguiendo la normativa ecuatoriana NTE INEN 1154 sobre iluminación natural de edificios para fábricas y talleres.

#### **Método de simulación**

Una vez constatado el esquema eléctrico de la empresa se procede a la simulación del sistema, para lo cual se utilizará el software especializado para flujos de potencia Etap 12.6 “demo”, y así establecer alternativas de las futuras conexiones de los equipos existentes y los que se puedan instalar más adelante

En el sistema de iluminación después de realizar las mediciones de los luxes respectivos en cada una de las áreas, se procede a simular en el software adecuado para estudios de iluminación denominado Dialux en la versión gratuita para estudiantes.

#### **Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Al realizar el levantamiento de los parámetros eléctricos de cada una de las placas características de los motores y bombas que forman parte del sistema eléctrico de la empresa, y una vez obtenido los resultados de la demanda por medio del equipo de medición y datos históricos de consumo de energía, costos y producción que existieron en la Planta en un

periodo dado, facilitándose para el análisis los diagramas de Pareto identificando de los portadores energéticos que más inciden en la industria y la simulación del sistema eléctrico, se procederá a determinar la eficiencia energética del sistema, por tanto dando soluciones de carácter técnico para el buen uso de la energía eléctrica.

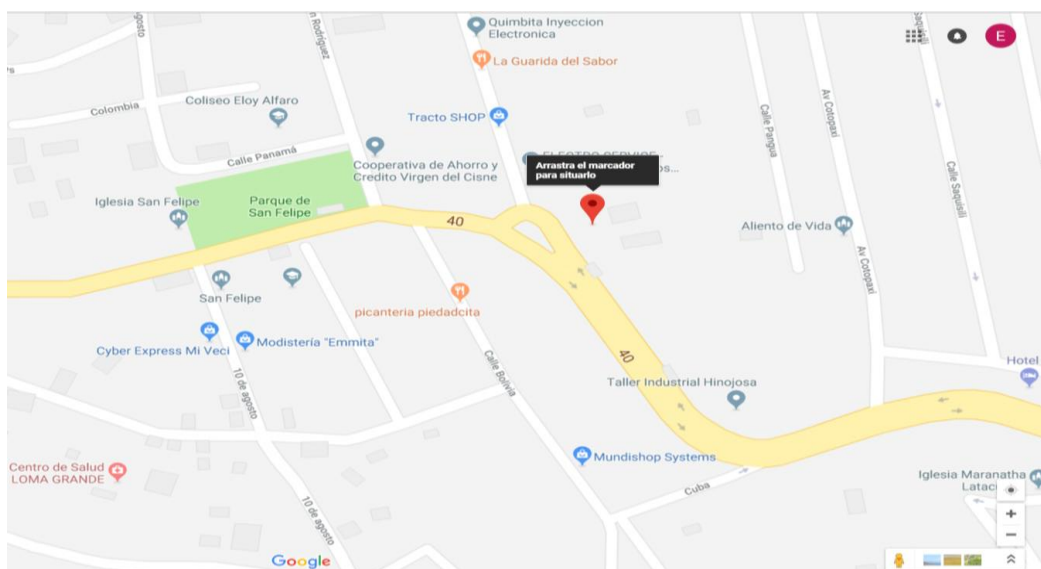
## 11. ANALISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

### 11.1. Descripción de la Empresa

Alcopesa S.A es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas, líder en un mercado en donde la calidad, el medio ambiente, la seguridad y salud en el trabajo, constituye una responsabilidad fundamental. Alcopesa opera a través de planes de manejo ambiental y programas de prevención de riesgos y vigilancia de salud, con el afán de minimizar la contaminación de producto, contaminación ambiental y riesgos de accidentes y enfermedades profesionales. Además, está comprometida con la mejora continua y con la provisión de capacitación para el personal y de los recursos humanos, técnicos y tecnológicos, materiales y económicos, por medio de la instauración de un sistema integrado de gestión que sustenta la implantación de sus políticas.

### 11.2. Ubicación de la Empresa

La empresa Alcopesa S.A. se encuentra ubicada en la Avenida 5 de junio, en el barrio San Felipe perteneciente a la Parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga.



**Figura 13:** Ubicación de la Empresa

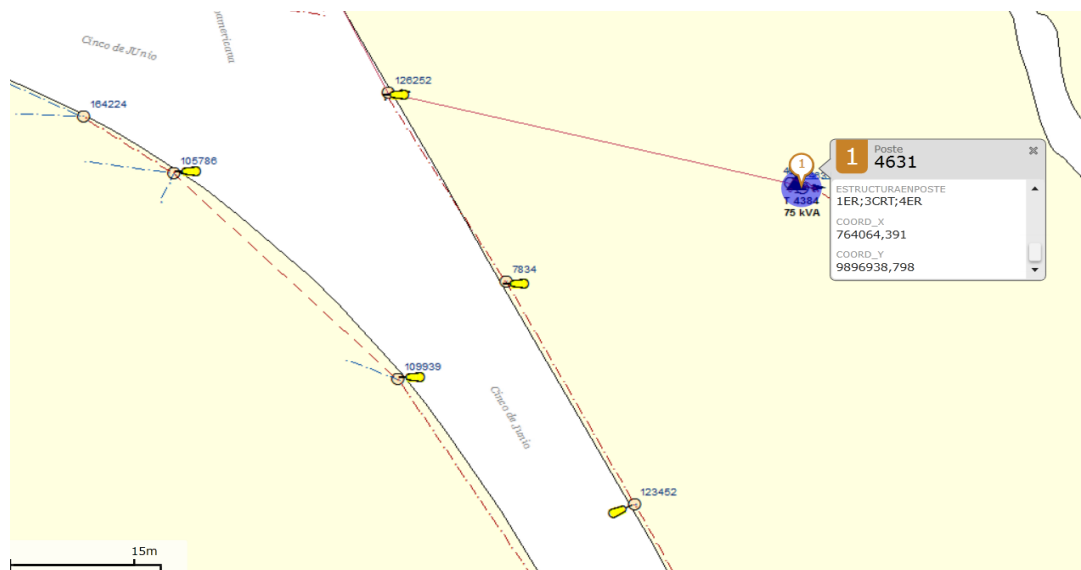
### 11.3. Datos del Transformador existente

Alcopesa es una empresa privada que cuenta con transformador trifásico de capacidad instalada de 75 KVA con el código 4384, la conexión es  $\Delta$ -Y de un voltaje primario de 13,8 kv, con un voltaje secundario de 127/220 Voltios y con una corriente de 341 Amperios, este transformador está conectado al alimentador La Calera-Chantilín proveniente de la subestación San Rafael salida número 2, y además cuenta con un registrador de demanda horaria en baja tensión.

Coordenadas de la ubicación del transformador:

Coord. X: 764064,391

Coord. Y: 9896938,798



**Figura 14:** Ubicación del Transformador

### 11.4. Plano arquitectónico de planta - Alcopesa

En el plano arquitectónico de la planta se encontrarán las siguientes áreas:

- La planta de producción
- Área de mezcladoras
- Mecánica
- El caldero
- Destilación
- Bodega de producto terminado 1

- Bodega de producto terminado 2
- Oficinas administrativas
- Bodega de añejamiento 1
- Bodega de añejamiento 2
- Bodega de añejamiento 3

Para la visualización del plano arquitectónico revisar **Anexo 3**.

### 11.5. Identificación de los Portadores Energéticos

Para realizar el diagrama de Pareto se calculará el costo de energía por KWh, para consumidores industriales el mismo que establece en el Pliego tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución 2018 aprobado por el ARCONEL, teniendo en cuenta las horas de trabajo de 08h00 a 18h00, 18h00 a 22h00, 22h00 a 08h00. Estos periodos se conocen como consumo valle, consumo pico y consumo base respectivamente.

Para obtener los 1800 litros de agua destilada por día, es necesario disponer de 32 metros cúbicos de agua, para el cálculo del costo del agua utilizada se tomará en cuenta los valores establecidos por la empresa, el precio del agua en el sector industrial se describe en la siguiente tabla:

**Tabla 4:** Tarifa del agua para sector Industrial

<b>PRECIO DE AGUA SECTOR INDUSTRIAL</b>	
<b>Rango</b>	<b>USD/m3</b>
<b>0-20</b>	0,6
<b>21-50</b>	0,62
<b>51-100</b>	0,63
<b>101-150</b>	0,64
<b>151-200</b>	0,65
<b>201-300</b>	0,66
<b>301-400</b>	0,68
<b>401-500</b>	0,69
<b>501-600</b>	0,7
<b>601-1000</b>	0,72
<b>mayor a 1001</b>	0.73

Luego de la identificación de los portadores energéticos existentes en la Empresa Alcopesa, siendo estos la energía eléctrica, el diésel y el agua respectivamente se evaluará refiriéndose a los costos , por ende el consumo de energía mensual es de 2475 KWh-mes con un costo de 651,37 \$/mes, el consumo de diésel diario que utiliza el caldero es de 22

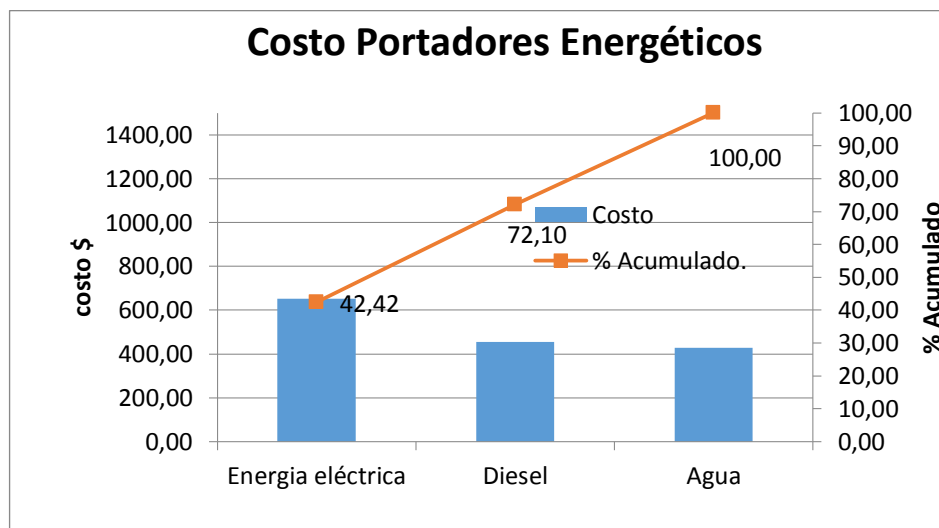
galones dando un total de 440 galones mensuales teniendo un costo de 455,84 \$/mes y la cantidad de agua utilizada para la destilación es de 32 metros cúbicos por día, obteniendo un total de 640 metros cúbicos mensuales con un valor de 428,40 \$/mes, las mismas que se muestran detalladas en la siguiente tabla:

**Tabla 5:** Portadores Energéticos

Portador	Unidades	Resultados	Costo \$	%	% Acumulado.
<b>Energía eléctrica</b>	Energía (KWh)	2475,00	651,37	42.42	42.42
<b>Diésel</b>	Galones	440	455.84	29.68	72.10
<b>Agua</b>	Metros cúbicos	640	428,40	27.90	100,00
<b>Total, de costos</b>			1494.17		

### 11.5.1. Evaluación de los Portadores Energéticos (diagramas de Pareto)

Una vez realizado el diagrama de Pareto con respecto a costos de cada portador, la finalidad de este es identificar el punto clave de control de consumo y costo de energía existente en la planta Alcopesa, por tanto, el principal portador energético incidente en la fábrica es el consumo de energía eléctrica con un 42.42 %.



**Figura 15.**Costos de Portadores energéticos

### 11.5.2. Datos históricos de la planilla eléctrica

Para el análisis correspondiente de la Eficiencia Energética en la planta industrial, se tomará en cuenta el historial tanto del consumo, costo de energía y la producción en el



mismo periodo a evaluar, datos relevantes que ha obtenido la Empresa en el transcurso del período de un año, identificando así el mes de mayor costo de energía.

El factor de potencia registrado en el mes de junio del 2017 fue de 0,66, por lo que la industria tenía la obligación de pagar a la empresa eléctrica un cargo de penalización por bajo factor de potencia. En vista de que existía tal penalización la industria vio conveniente corregir el factor de potencia mediante un banco de capacitores ubicando en el tablero general de la planta, ya que el pliego tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución 2018 aprobado por el ARCONEL, menciona que el valor mínimo del factor de potencia es 0,92, los datos de muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6:** Datos históricos de la plantilla eléctrica

<b>Mes</b>	<b>Lectura Anterior</b>	<b>Lectura Actual</b>	<b>Consumo (KWh)</b>	<b>PIT</b>	<b>Fp</b>	<b>Potencia Reactiva</b>	<b>Costo De Energía (\$)</b>	<b>Producción Por Lote (Cajas)</b>	<b>Producción Por Lote (Botella)</b>
<b>may-17</b>	35756	35849	3794	74	0,66	4307	736,64	2683	32200
<b>jun-17</b>	35849	35952	4202	82	0,66	4770	795,81	2920	35040
<b>jul-17</b>	35952	36024	2938	58	0,92	1252	458,59	2280	27360
<b>ago-17</b>	36024	36155	4345	105	0,92	2277	619,90	3107	37280
<b>sep-17</b>	36155	36236	3305	65	0,92	1408	498,44	2280	27360
<b>oct-17</b>	36236	36329	3794	74	0,92	1616	551,51	2640	31680
<b>nov-17</b>	36329	36423	3835	75	0,92	1634	555,97	2638	31650
<b>dic-17</b>	36423	36519	3917	77	0,92	1669	564,87	2749	32990
<b>ene-18</b>	36519	36591	2938	58	0,92	1252	416,09	2070	24840
<b>feb-18</b>	36591	36660	2815	55	0,92	1199	405,89	2068	24820
<b>mar-18</b>	36660	36741	3305	65	0,92	1408	446,56	2223	26680
<b>abr-18</b>	36741	36799	2366	46	0,92	1008	354,12	1807	21680
<b>may-18</b>	36799	36878	3223	63	0,92	1373	437,79	2280	27360

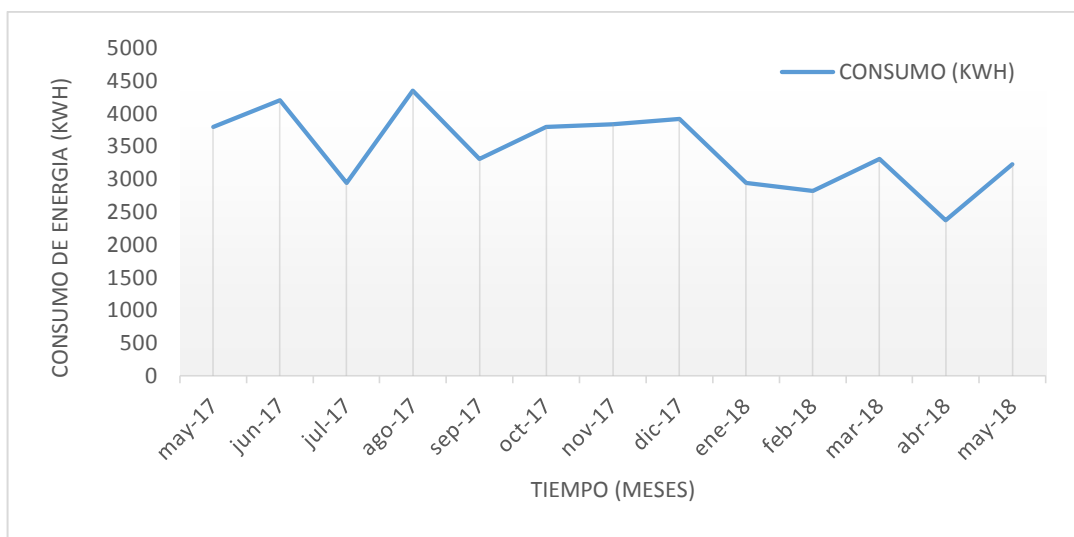
**Donde:**

**PIT:** Perdidas internas del transformador

**Fp:** Factor de potencia

### 11.5.3. Consumo de energía por unidad de tiempo

Por lo que muestra la gráfica con los datos correspondientes del historial de las planillas eléctricas de un año, en el mes de agosto del 2017 el consumo de energía mensual es mayor a los demás meses con un valor de 4345 KWh.



**Figura 16:** Consumo de energía por unidad de tiempo

El consumo de energía en el mes de agosto es 4345 KWh con un costo de 619,90 \$, el costo más elevado de los meses analizados es en el mes de junio del 2017 con un consumo energía de 4202 KWh y un costo de 795,81\$, el costo del mes de junio del 2017 se debe a que el factor de potencia es inferior a 0,92 como menciona el Pliego tarifario 2018, por tanto, existe un cargo por penalización de bajo factor de Potencia y el costo es mayor.

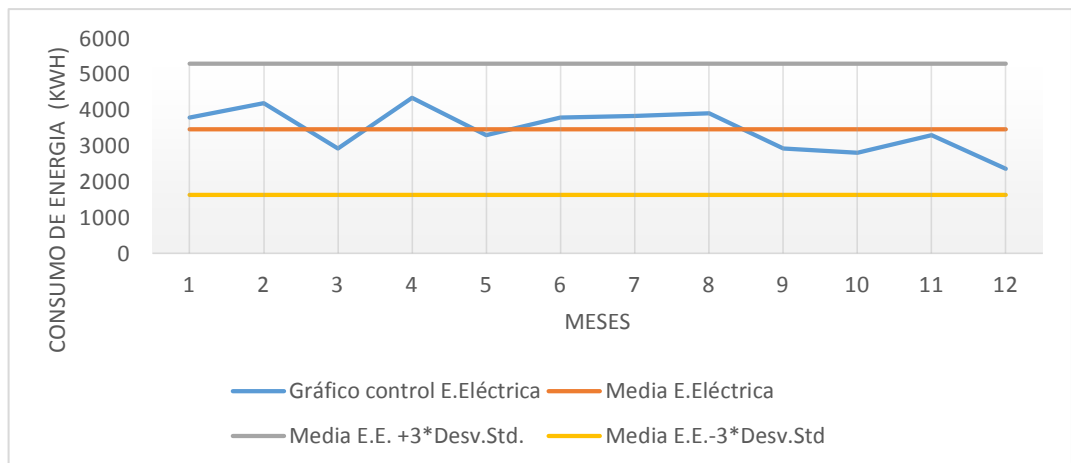
### 11.5.4. Gráfico de control

Para construir el grafico de control se determina la media aritmética del consumo de energía (Media E: E) y establecer la línea central, así como también es necesario determinar la desviación estándar (Desvi.St), conocido estos valores podemos establecer los límites de control tanto superior como inferior, para contar con el límite superior se calcula con la media aritmética del consumo más 3 veces la desviación estándar

(Media E:  $E+3dst$ ) y para obtener el límite inferior se lo realiza con la media aritmética menos 3 veces la desviación estándar (Media E:  $E-3dst$ ).

En cambio para el gráfico de control de producción se determina la media aritmética (Media P) para establecer la línea central, así como también es necesario determinar la desviación estándar de producción (Desvi.St), para contar con el límite superior se calcula con la media aritmética de producción más 3 veces la desviación estándar (Media P:  $P+3dst$ ) y para obtener el límite inferior se lo realiza con la media aritmética menos 3 veces la desviación estándar (Media P:  $P-3dst$ ), estos límites permiten observar el comportamiento de una variable, la tabla se muestra en el **Anexo 4**.

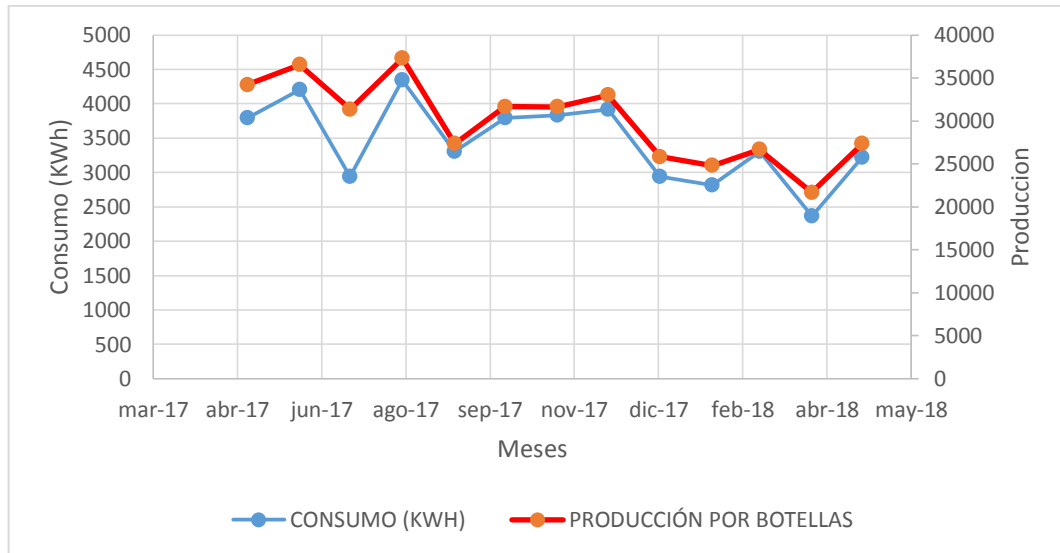
Por lo que muestra la Figura 17 el consumo de energía y la producción al tener una variación similar en los meses del año, se puede deducir que las variables en cuestión son estables al estar en los límites de control establecidos tanto superior e inferior y no se detectó ninguna variación anormal en el período de análisis.



**Figura 17:** Gráfico de control

#### 11.5.5. Diagrama Consumo – Producción en el tiempo (E vs P-T)

En esta gráfico se aprecia la relación que existe entre el consumo de energía eléctrica y la producción, donde las variables evaluadas llevan un comportamiento de una forma similar en los meses del año analizados.



**Figura 18:** Diagrama Consumo – Producción en el tiempo (E vs P-T)

La Tabla 7, acompaña a la Figura 18 para comprobar y determinar las variaciones anormales que se detecten en la relación del consumo de energía y la producción, si el porcentaje de variación del consumo de energía y el porcentaje de variación de producción son de signos iguales se dice que tiene un comportamiento normal, y si el porcentaje de variación de consumo de energía comparado con el porcentaje de variación de producción son de signos diferentes existe un comportamiento anormal en la relación, por tanto si llegara a presentarse una anomalía en la relación se deberá analizar el período en el que se presentó para saber cuál fue la causa que lo produjo.

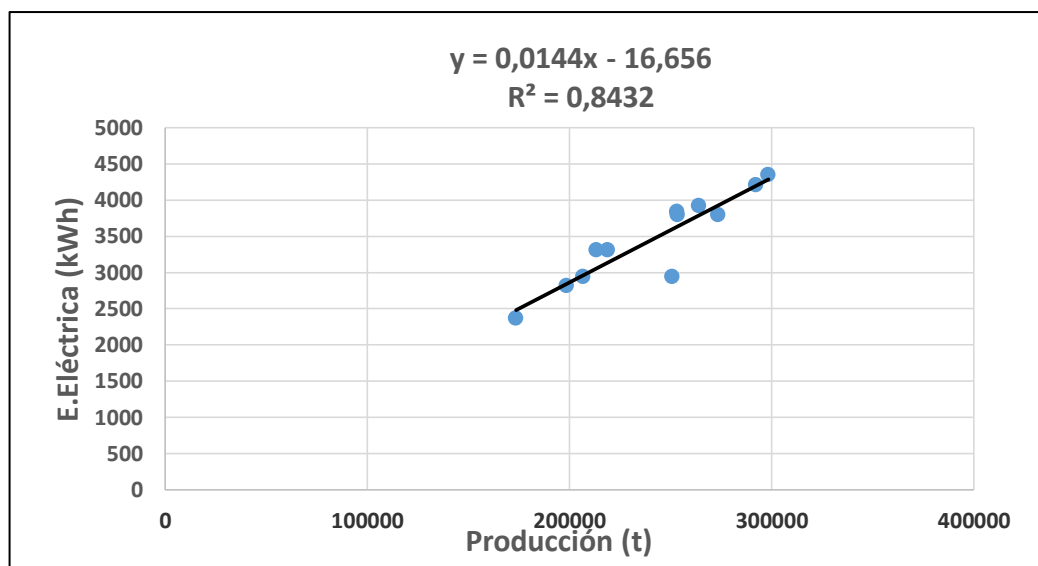
**Tabla 7:** Determinar las Variaciones anormales de variables

MES	CONSUMO (KWH)	% VARIACION	PRODUCCIÓN POR LOTE (BOTELLA)	% VARIACION	COMPORTAMIENTO
<b>may-17</b>	3794	0	32200	0	
<b>jun-17</b>	4202	-9,71	35040	-8,11	
<b>jul-17</b>	2938	43,02	27360	28,07	
<b>ago-17</b>	5345	-45,03	37280	-26,61	
<b>sep-17</b>	3305	61,72	27360	36,26	
<b>oct-17</b>	3794	-12,89	31680	-13,64	
<b>nov-17</b>	3835	-1,07	31650	-0,09	
<b>dic-17</b>	3917	-2,09	32990	-4,06	
<b>ene-18</b>	2938	33,32	24840	32,81	
<b>feb-18</b>	2815	4,37	24820	0,08	

<b>mar-18</b>	3305	-14,83	26680	-6,97	
<b>abr-18</b>	2366	39,69	21680	23,06	
<b>may-18</b>	3223	-26,59	27360	-20,76	

### 11.5.6. Diagrama de Dispersión y Correlación

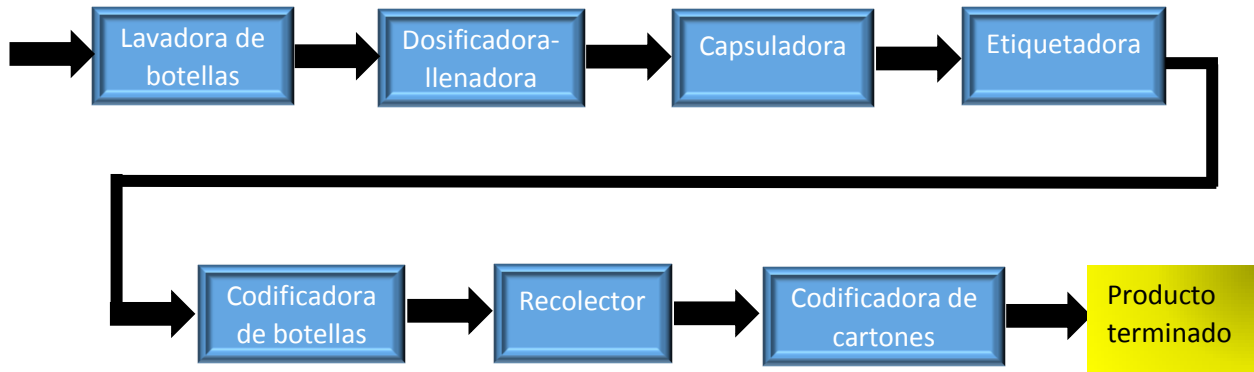
Como se puede observar en la Figura 19, muestra una correlación de 0.84 existentes entre las variables de consumo de energía y la producción del periodo de un año analizado, los indicadores que se presentan vienen a ser válidos, existe una buena correlación entre las variables, es decir que tanto el consumo y la producción van comportándose de una manera similar, si el consumo de energía es mayor entonces la producción también lo será.



**Figura 19:** Diagrama de Dispersión y Correlación

### 11.5.7. Diagrama de bloques

Para conocer el proceso de la planta de producción de la Empresa Alcopesa es necesario realizar un diagrama de bloques, el mismo que se muestra en la siguiente figura:



**Figura 20:** Diagrama de bloque

### 11.6. Censo de carga

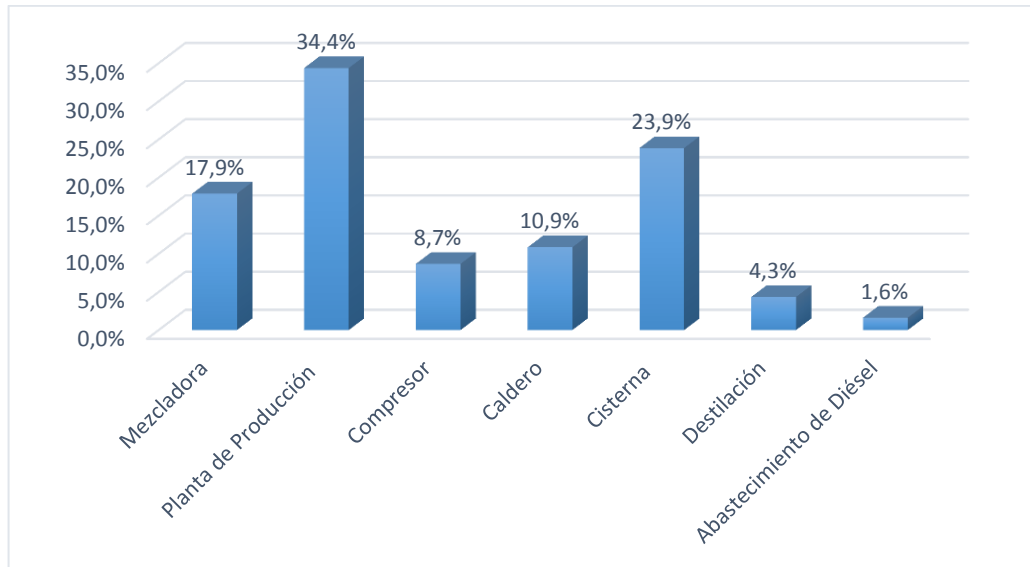
En la tabla se muestra los principales parámetros eléctricos obtenidos de las placas de motores y bombas de las diferentes áreas existentes en la industria Alcopesa, conectadas a la red de servicio público de energía de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A), para ello revisar **Anexo 5**.

Se muestra *en la Tabla 8*, la cantidad de motores conectados a la red eléctrica de la empresa y conjuntamente la potencia total en HP de cada sector existente de la planta, determinando así la cantidad mayor de motores y potencia de los mismos.

**Tabla 8.** Potencia de carga Instalada

POTENCIA DE LA CARGA INSTALADA			
Áreas	Cant. Motores	Potencia (HP)	%
Mezcladora	5	8,25	17,9%
Planta de Producción	17	16	34,4%
Compresor	1	4	8,7%
Caldero	1	5	10,9%
Cisterna	3	11	23,9%
Destilación	3	2	4,3%
Abastecimiento de Diésel	1	0,75	1,6%
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>46,08</b>	<b>100%</b>

Se puede apreciar que la mayor potencia existente en la empresa es de 16 HP dando un porcentaje de 34,4%, con 17 motores en el área de Producción y seguidamente en el Área Cisternas con 23,9%, con una potencia de 11 HP siendo este valor representativo a 3 motores.



**Figura 21:** Porcentaje de potencia de carga instalada

### 11.6.1. Censo de carga de Iluminación

Con respecto al censo de carga de iluminación de cada área se encuentra detallado en el Anexo 6, en el mismo que se da a conocer el punto de Iluminación, potencia (W), el voltaje que requiere y los tipos de cada lámpara, el mismo que facilitara la simulación del sistema de iluminación de la empresa en el software Dialux <<versión Demo>>, para determinar la eficiencia del punto de iluminación en cada proceso de la planta.

## 11.7. Análisis de la demanda

### 11.7.1. Análisis de los Niveles de Voltaje

Para el análisis de los niveles de voltaje se toma como referencia el Voltaje nominal Fase – Fase (220 V) y Fase – Neutro (127V). La regulación CONELEC 004/01 establece que no se cumple con los niveles de voltaje cuando más del 5% de los datos tomados están sobre el porcentaje establecido descrita en la **Tabla 9**.

El límite de variación de voltaje permitido por la distribuidora con respecto al nivel de tensión se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 9.** Límites de variación de voltaje

Nivel de Voltaje	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 8,0 %

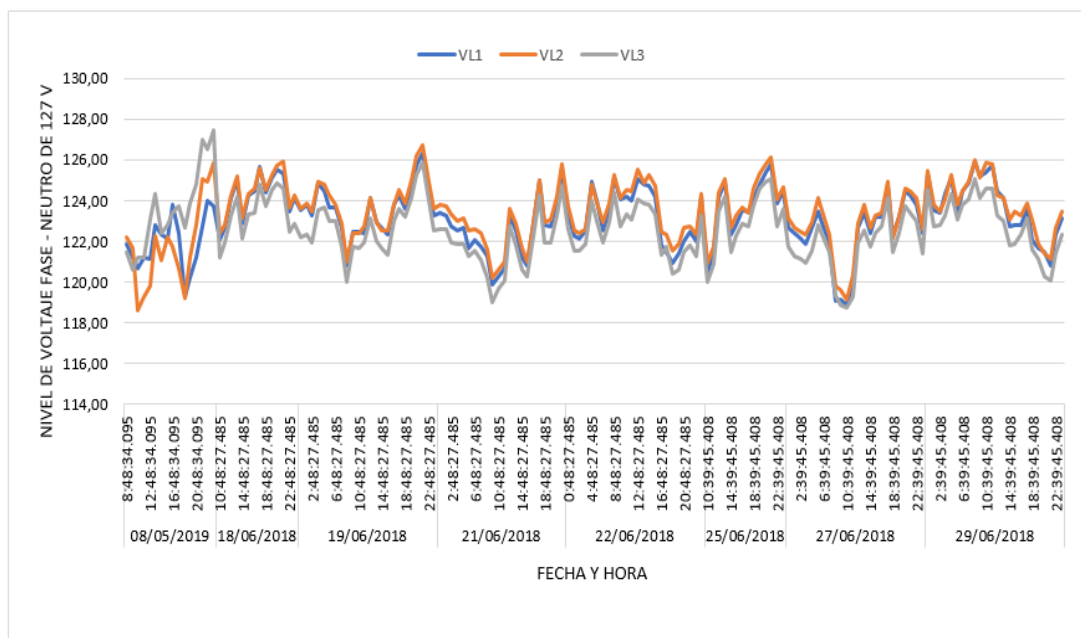
Bajo Voltaje sectores Urbanos	$\pm 8,0 \%$
Bajo Voltaje sectores Rurales	$\pm 10,0 \%$

- **Voltaje nominal Fase- Neutro**

La Industria Alcopesa corresponde a la categoría Bajo voltaje, en zona Urbana; por lo consiguiente su nivel de voltaje no debe sobrepasar el  $\pm 8\%$ , mostrando así en la Tabla 10 las variaciones de voltaje máximo y mínimos existentes, por tanto observamos que los porcentajes no superan el límite establecido por la regulación.

**Tabla 10:** Análisis del Voltaje Fase-Neutro

Voltaje	Máximo	Promedio	Mínimo	% de variación		CONELEC 004/01
				Máximo	Mínimo	
$V_{A-N}$	127,05	123,08	117,66	7,37%	0,03%	Cumple
$V_{B-N}$	127,12	123,33	117,54	7,46%	0,08%	Cumple
$V_{C-N}$	127,59	127,12	117,37	7,60%	0,45%	Cumple



**Figura 22:** Análisis del voltaje fase- neutro

- **Voltaje Nominal: 220 V**

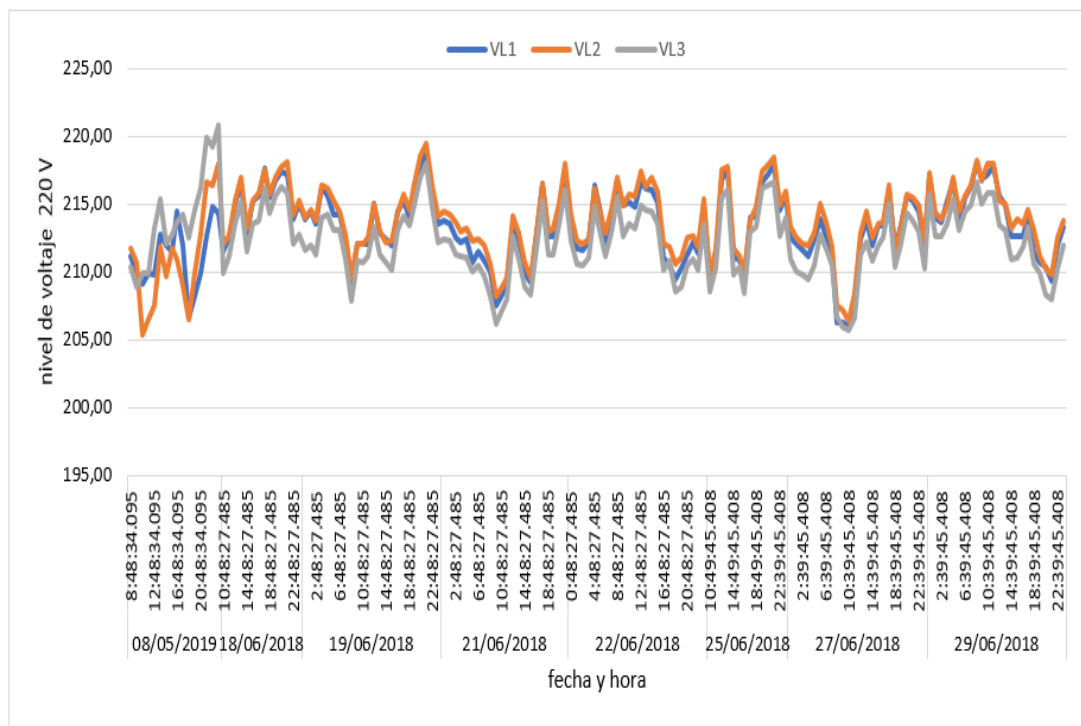
Podemos concluir que los niveles de Voltaje SÍ presentan variaciones, y están DENTRO de los límites de variación de (+/- 8%) establecido en la regulación CONELEC 004/01, tanto en voltaje fase – fase, como en voltaje fase - neutro.



Además, lo que se puede apreciar es que entre la L1 y L3 la variación de voltaje es insignificante (No supera el 1%).

**Tabla 11:** Análisis del voltaje fase- fase

Voltaje	Máximo	Promedio	Mínimo	% de variación		CONELEC 004/01
				Maxi.	Mini.	
$V_{A-B}$	220,06	213,18	203,79	7,37%	0,03%	Cumple
$V_{B-C}$	213,18	213,61	203,59	7,46%	0,08%	Cumple
$V_{C-A}$	220,06	212,25	203,29	7,60%	0,45%	Cumple



**Figura 23:** Análisis de voltaje fase-fase

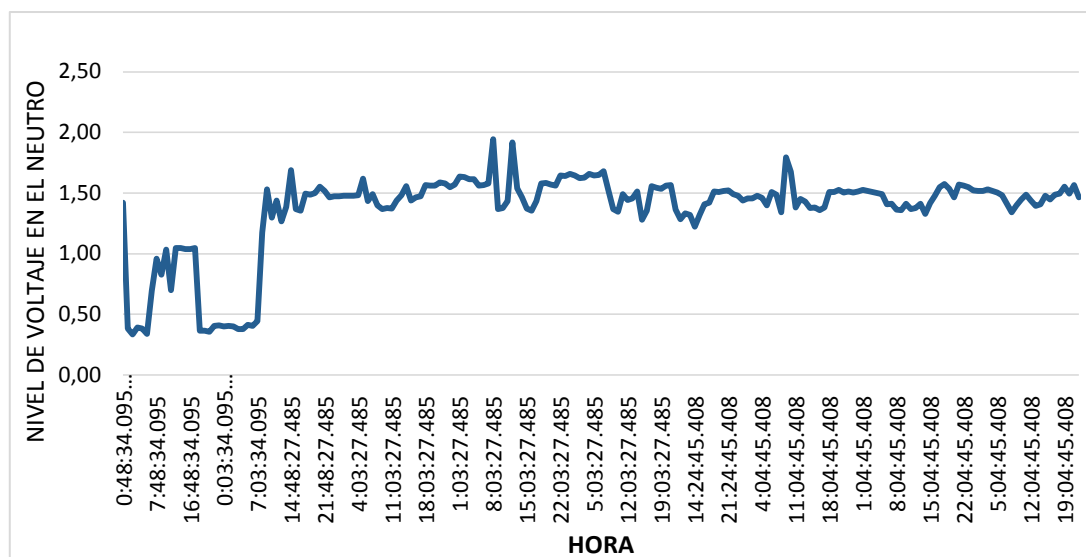
- **Voltaje en el Neutro**

Se observa la curva de variación en el Neutro donde se aprecia que existen voltajes donde el pico más alto es de 2,19 Voltios. Tomando en cuenta que el nivel de voltaje en la línea del neutro debe ser cero, se puede determinar que estos voltajes parásitos se producen ya

que el sistema no se encuentra balanceado, es decir que las cargas que se encuentran conectadas al sistema eléctrico no tienen una distribución homogénea, se puede producir un voltaje en el neutro por la presencia de armónicos, condiciones de puestas a tierra en mal estado, por existencia de cargas monofásicas conectadas al sistema eléctricos generando así una corriente en el neutro.

**Tabla 12:** Análisis de voltaje en el neutro

Voltaje Neutro (Voltios)	Máximo	Promedio	Mínimo
		2,19	1,39



**Figura 24:** Análisis de voltaje en el neutro

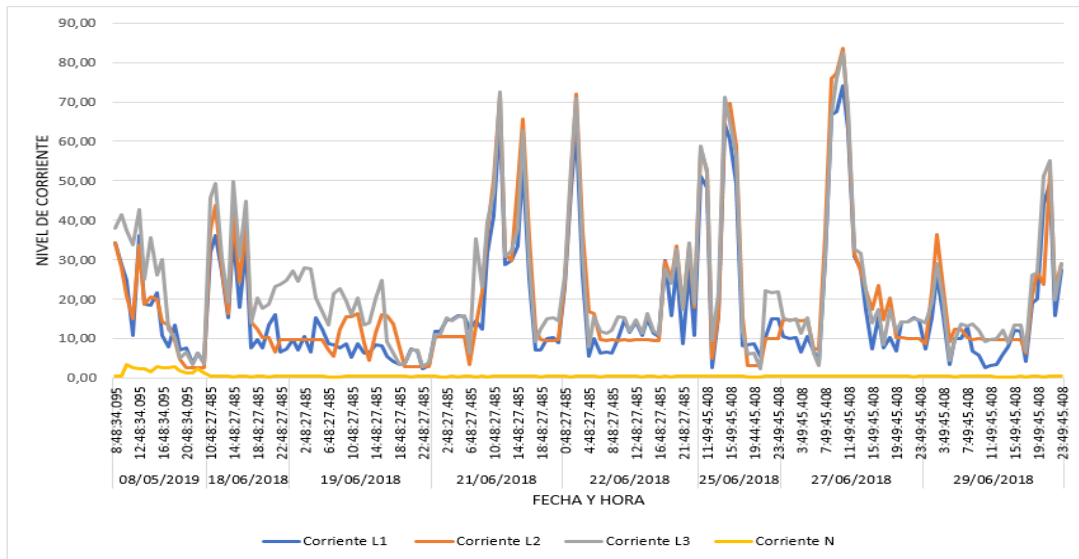
- **Corrientes de Fase (Línea)**

Mediante la Tabla 13 y el Figura 25 se puede concluir que existe un desbalance del 23.66%, que sobrepasa al 5% de lo establecido por la regulación CONELEC 004/01, lo que requiere ser corregido para evitar que se sobrecalienten equipos y conductores.

**Tabla 13:** Análisis de las corrientes

Voltaje	Máximo	Promedio	Mínimo
$A_{A-N}$	74,8	17,10	2,30

$A_{B-N}$	83,5	19,60	2,20
$A_{C-N}$	82,5	22,40	2,27
$A_{NEUTRO}$	4,37	0,49	0,27
<b>Desbalance</b>	10,42%	23,66%	4,34%



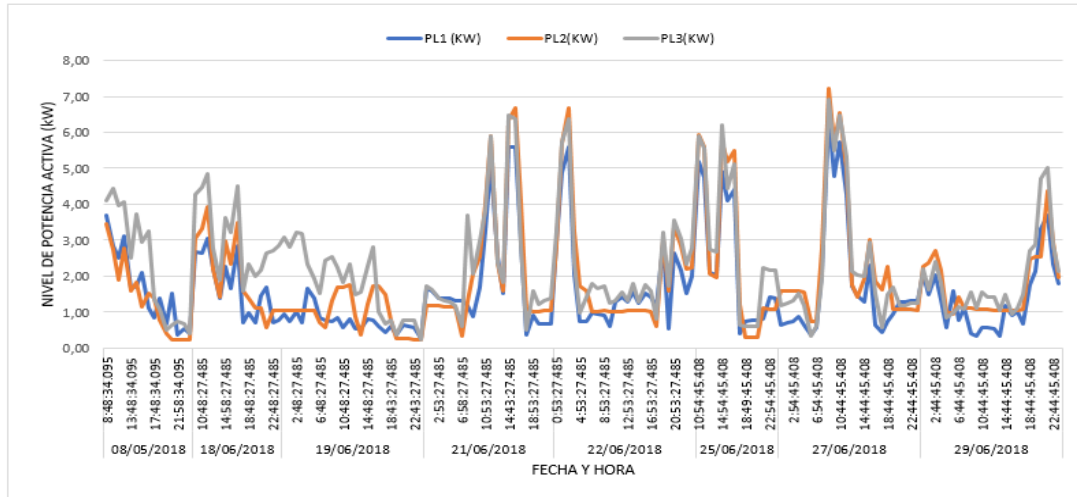
**Figura 25.** Análisis de corriente de fase

- **Potencia Activa (kW)**

Se registra una potencia máxima de 20.55 kW que se da el día 26 de junio del 2018 a las 08:44 de la mañana.

**Tabla 14:** Análisis de la Potencia Activa

Potencia	Máximo	Promedio	Mínimo
<b>HORA</b>	<b>8:44</b>	<b>14:08</b>	<b>23:53</b>
$Kw_A$	6,42	1,65	0,26
$Kw_B$	7,21	1,85	0,25
$Kw_c$	6.92	1.70	0.25
<b>TOTAL</b>	20.55	5.20	0.75
<b>DESBALANCE</b>	10.91%	10.58%	3.90%

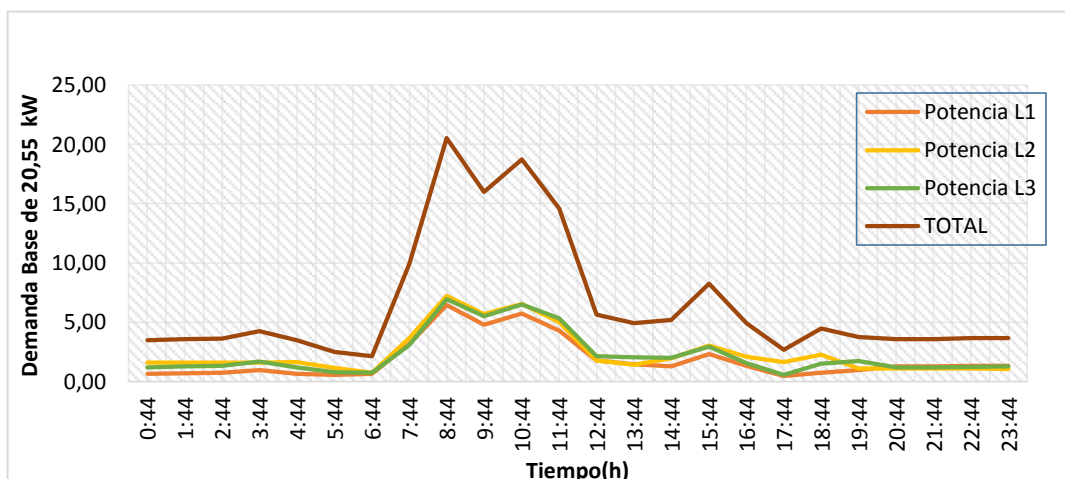


**Figura 26:** Análisis de potencia activa

### 11.7.2. Curva de carga

- Para la realización de la curva de carga diaria se trabaja con las potencias medidas por el analizador de carga durante 7 días, tal como lo establece la regulación del CONELEC 004/01.
- Para esto se debe considerar el día más representativo del consumo de la industria, que fue el día 27 de junio del 2018.
- La presente curva es la representación gráfica del comportamiento de una industria cuyo pico máximo se presenta a las 08:44 de la mañana con una potencia total máxima de KW.

En la gráfica se puede observar que existe desbalance de las líneas, en el consumo de carga.



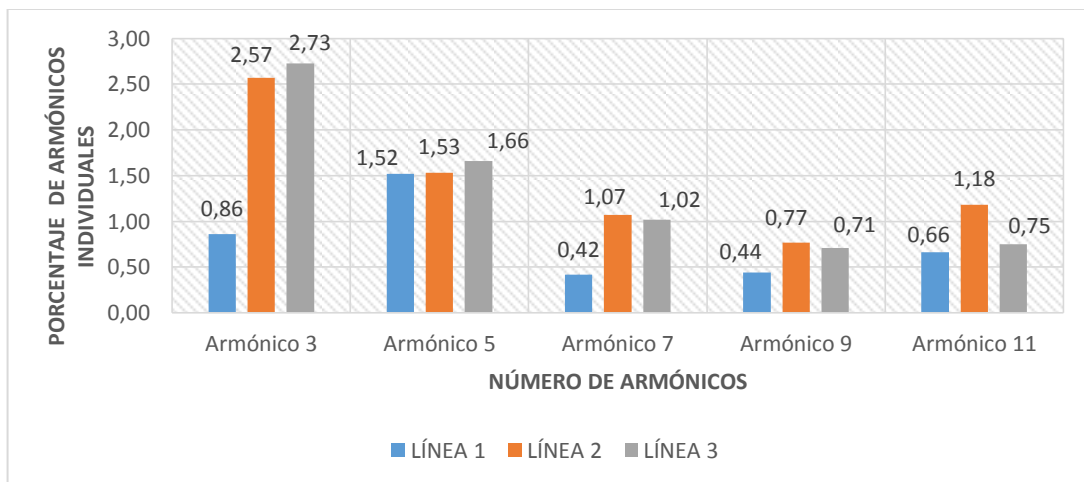
**Figura 27.** Curva de carga

### 11.7.3. Armónicos de voltajes individuales

La armónica TERCERA de voltaje con un valor del 2,05%, la armónica QUINTA de voltaje con un valor de 1,57%, la armónica SÉPTIMA de voltaje con un valor de 0,84% la armónica NOVENA de voltaje con un valor de 0,64% y la armónica ONCEAVA de voltaje con un valor de 0,86% las cuales se encuentra dentro del límite máximo de distorsión por componente armónica individual, establecidos por la regulación CONELEC 004/01, que se refiere a los límites de armónicos de voltaje individuales por lo cual se puede visualizar en la **Tabla 3**.

**Tabla 15:** Armónicos de voltajes individuales

Armónicos	Limites establecido por la regulación	Valores de armónicos de la industria	Observaciones
3°	5,0 %	2,05 %	Si cumple
5°	6,0 %	1,57 %	Si cumple
7°	5,0 %	0,84 %	Si cumple
9°	1.5 %	0,64 %	Si cumple
11°	3.5 %	0,86 %	Si cumple



**Figura 28.** Porcentaje de armónicos individuales

### Cálculo de los Factores

El factor de demanda se refiere a la relación entre la demanda máxima y la potencia instalada, teniendo que la demanda máxima registrada por el analizador de carga es de 20.55 KW el día 26 de junio del 2018 a las 8:44 de la mañana, conociendo también la potencia instalada al sistema eléctrico de la industria siendo esta 46.08 HP dando una potencia activa de 34.38 KW, se determinó un factor de demanda de 0.6 el mismo que

quiere decir que el sistema eléctrico soportará un incremento de carga adicional sin sobrecargar al transformador.

- **Factor de Demanda**

$$F_d = \frac{D_{\text{maxi}}}{P_{\text{inst}}}$$

$$F_d = \frac{20.55 \text{ KW}}{34.38 \text{ KW}}$$

$$F_d = 0.6$$

- **Factor de Carga**

$$F_{cd} = \frac{D_{\text{prom}}}{D_{\text{max}}}$$

$$F_{cd} = \frac{5.20 \text{ KW}}{20.55 \text{ KW}}$$

$$F_{cd} = 0.25$$

### **Perdidas de potencia de transformador**

Las pérdidas de potencia en el transformador de una capacidad instalada de 75 KVA, se toma en cuenta las ecuaciones (10) y (12), ya que el transformador se encuentra en el rango de 15KVA hasta 150 KVA, por ende, las pérdidas de potencia en vacío o en el hierro es de 23.06 W mientras que las pérdidas de potencia con carga o pérdidas en los devanados son 1090.61 W.

- **Pérdidas en Vacío**

$$P_o = 0,910514 * P_n^{0,7486}$$

$$P_o = 0,910514 * 75 \text{ KVA}^{0,7486}$$

$$P_o = 23,06 \text{ W}$$

- **Pérdidas con carga**

$$P_c = -0,0103 * (P_n)^2 + 13,892 * (P_n) + 106,65$$

$$P_c = -0,0103 * (75)^2 + 13,892 * (75) + 106,65$$

$$P_c = 1090.61 \text{ W}$$

## 11.8. Flujos de potencia

### 11.8.1. Diagrama Unifilar del Sistema Eléctrico

Para el diagrama del sistema eléctrico (Ver Anexo 5), los componentes principales que se utilizan en la simulación son: la barra equivalente de red encargada de suministrar la potencia requerida por el sistema eléctrico, un transformador trifásico de 75 KVA conexión Dyn con voltajes secundarios de 127/220 V, interruptores termo magnético, cargas como motores, bombas y cargas puntuales representando el sistema de iluminación, los parámetros de los conductores utilizados para la simulación se muestra en la tabla 18.

**Tabla 16.** Parámetros de los conductores

PARÁMETROS DE CONDUCTORES					
	Conductor (THW)	Longitud (m)	Resistencia ( $\Omega$ )	Inductancia (X)	Capacidad de conducción de corriente (A)
Transformador-Tablero General	2	10	0.1940		95
Tablero General – Tablero de distribución producción	4	30	0.310	0.060	70
Tablero de Distribución Producción – Sub-tablero de Distribución producción	4	15	0.310	0.060	70
Sub-tablero de Distribución producción- tablero de Distribución de la planta de producción	6	30	0.490	0.064	55
Tablero de Distribución- Tablero de Iluminación Bodegas producción	6	5	0.490	0.064	55
Tablero General de distribución – tablero de distribución destilación	4	17	0.310	0.060	70

### 11.8.2. Simulación del sistema eléctrico en demanda máxima

Para el análisis del sistema eléctrico mediante la simulación en el software Etap 12.6 <<versión demo>> se realiza el flujo de potencia en demanda máxima, para determinar el estado actual del sistema eléctrico, y así conocer las caídas de voltaje, cargabilidad de conductores, pérdidas de potencia, Demanda, etc., La simulación del sistema eléctrico en demanda máxima se puede visualizar en el **Anexo 7**.

Para el flujo de carga se toma en cuenta los equipos que están conectados en ese instante mostrado en la siguiente tabla:

**Tabla 17:** Carga conectada en demanda máxima

<b>CARGA CONECTADA</b>		
<b>Motores y Bombas</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Potencia</b>	<b>Unidad</b>
Bomba 2 de la mezcladora	3	HP
Lavadora de botellas	5	HP
	1	HP
	0,5	HP
Llenadora (Dosificadora)	1	HP
Capsuladora	1	HP
	0,37	kW
Etiquetadora	0,5	HP
	0,5	HP
Caldero	5	HP
	5	HP
Destiladora	1	HP
<b>ILUMINACIÓN</b>		
Planta de producción	2,5	kW
Bodega Producto terminado 1	0,24	kW
Oficinas	2	kW

### 11.8.3. Resultados de la simulación

Para el sistema eléctrico de la empresa, mediante la utilización de un software para el análisis de flujos de carga, se realizó a demanda máxima y se tuvo en cuenta la *Tabla 17* donde muestra la carga conectada en ese momento.

La tabla 20 muestra un transformador de 75 KVA trifásico con voltaje primario de 13,8 Kv, y un voltaje en el secundario de 127/220 V, su conexión es Dyn, la cargabilidad del transformador es de 21 KW y una impedancia de 3,75%.

**Tabla 18:** Datos del Transformador

<b>TRANSFORMADOR</b>						
<b>Potencia</b>	<b>Fases</b>	<b>Voltaje primario</b>	<b>Voltaje secundario</b>	<b>Conexión</b>	<b>Cargabilidad (KW)</b>	<b>Impedancia % Z</b>
75 KVA	3	13,8 Kv	127/220 v	Dyn	21	3.75

Mediante el flujo de carga se observa en la Tabla 19, que en el conductor calibre numero 8 (THW), la capacidad de conducción de corriente es de 50 A, ubicado en el



tramo del tablero general de distribución de la fábrica (TGD) al tablero de distribución en el área del caldero (TD), por simulación el conductor tiene una cargabilidad de 92,25%, conduciendo una corriente de 36,9 A, esto quiere decir que el conductor está trabajando muy cerca del límite de su capacidad ya que la norma NOM-001-SEDE-2005 establece que la capacidad de corriente debe ser a una temperatura de operación del conductor de 75°C.

**Tabla 19:** Cargabilidad de los Conductores

<b>CARGABILIDAD DE CONDUCTORES</b>				
<b>Conductor</b>	<b>Calibre de conductor</b>	<b>Cargabilidad del conductor</b>	<b>Potencia (KW)</b>	<b>Corriente (A)</b>
Transformador-Tablero General	2	89.15%	32	84.7
Tablero general-Tablero de distribución Caldero	8	92.25%	12	36.9
Tablero General – Tablero de distribución producción	4	77.28%	19	54.10
Tablero de Distribución Producción – Sub-tablero de Distribución producción	4	76.57%	18	53.6
Sub-tablero de Distribución producción- tablero de Distribución de la planta de producción	6	78.54	13	43.20
Tablero de Distribución– Tablero de Iluminación Bodegas producción	6	71.85	9	50.3

De los distintos conductores utilizados, la mayor caída de voltaje se refleja en el conductor del Sub-tablero de distribución del área de producción con 1,5 % del voltaje nominal, equivalente a 1,9 Voltios y una pérdida de potencia activa de 0.3 KW en demanda máxima.

Las caídas de voltajes y las pérdidas de potencias totales en el sistema eléctrico, mediante el flujo de carga en demanda máxima es de 6.3 voltios, teniendo así pérdidas de potencia activa totales de 1 KW y una pérdida de potencia reactiva total es de 1,2 Kvas. Los mismos que se muestran en la **Tabla 20**.

**Tabla 20:** Caídas de Voltaje y perdidas de potencia

CAÍDAS DE VOLTAJE Y PERDIDAS DE POTENCIA				
CONDUCTOR	Caídas de Voltaje		Perdidas de Potencia	
	% Vd.	Valor Real (Volt.)	Activa (KW)	Reactiva (Kvar)
Transformador	1.05	-----	0.0	1.1
Transformador-Tablero General	0.40	0.5	0.2	0.0
Tablero general-Tablero de distribución Caldero	1.3	1.2	0.1	0.0
Tablero General – Tablero de distribución producción	1.27	1.6	0.3	0.1
Tablero de Distribución Producción – Sub-tablero de Distribución producción	0.63	0.8	0.1	0.0
Sub-tablero de Distribución producción- tablero de Distribución de la planta de producción	1.5	1.9	0.3	0.0
Tablero de Distribución – Tablero de Bodega	0.01	0.1	0.0	0.0
Tablero General de distribución – tablero de distribución destilación	0.04	0.2	0.0	0.0
<b>Total</b>		6.3 v	1 KW	1.2 Kvar

#### 11.8.4. Cálculo del nuevo conductor

- **Conductor actual**

Para el siguiente cálculo se tomará el conductor que actualmente está instalado, el cual está ubicado en el tablero general al tablero de distribución del Caldero, siendo este de calibre numero 8 tipo THW el mismo que por medio del software de simulación de determino una cargabilidad de 92.25% de la capacidad de conducción de corriente que soporta el conductor.

- **Calculo del conductor nuevo**

Para esto el conductor debe soportar la corriente a plena carga, todos los conductores se calculan a un 125% de la corriente en el momento de funcionamiento, dicho valor esta sustentado por la normativa NOM-001-SEDE-2005.

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{ff} * f_p}$$

$$I_1 = \frac{12000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 220 * 0.92}$$

$$I_1 = 34.23 \text{ A}$$

$$I_1 = 34.23 \text{ A} * 1.25$$

$$I_1 = 42.78 \text{ A}$$

Calibre de conductor # 6 con capacidad de conducción de corriente de 65A.

La corriente obtenida por la simulación es de 36.90 A con una cargabilidad de 92.25%, en cambio el conductor calculado para el tramo del tablero general al tablero de distribución del Caldero se tiene una corriente de 42.78 A, correspondiente a una cargabilidad de 65.81%.

- **Propuesta:**

Una vez realizado el respectivo análisis del sistema eléctrico se propone el redimensionamiento del conductor ubicado en tramo del tablero general al tablero de distribución del caldero, ya que se encuentra actualmente con un conductor #8 y una cargabilidad de 92.25 % estando así muy cerca de la capacidad de corriente que puede soportar, y así disminuir la existencia de pérdidas de potencia.

Luego del análisis de la demanda se identificó un desbalance entre las líneas de 10.91%, superando lo establecido en la regulación CONELEC 004/01, por lo cual es necesario realizar un balance de cargas, para evitar el sobrecalentamiento de las instalaciones y posibles daños a los equipos de la empresa.

### 11.9. Estudio de Iluminación

En vista que en la normativa INEN 1154 no se refiere a espacios de trabajo como oficinas, salas de conferencias, pasillos en el ámbito industrial es preciso hacer uso de la normativa ecuatoriana NEC 11, que se enfoca en varios sitios y áreas de la construcción, por tal motivo se cita la siguiente tabla.

**Tabla 21:** Niveles de Iluminación

<b>Tipo de interior o actividad</b>	<b>Em [lux]</b>	<b>CUDI</b>	<b>Ra</b>
Oficinas			
Archivos, copia, circulación, etc.	300	19	80
Escritura mecanografía, lectura, procesamiento de datos.	500	19	80
Dibujo técnico.	750	16	80
Estación de trabajo CAD	500	19	80
Salas de conferencias y reuniones.	500	19	80
Buró (carpetas) de recepción	300	22	80
Archivos	200	25	80
<b>Áreas generales de edificaciones</b>			
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40
Locales para atención medica	300	22	80
Cuartos técnicos (industrias) cuartos de a paramenta eléctrica.	200	25	60
Almacén, cuartos de mercancías, almacén refrigerado	100	25	60

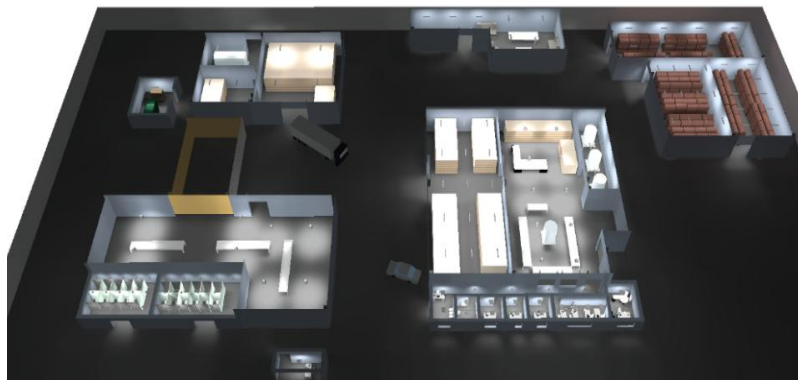
Los valores recomendados de iluminación se detallan en la siguiente tabla:

<b>EDIFICIOS INDUSTRIALES</b>	<b>ILUMINACIÓN LUX</b>	<b>FACTOR DE LUZ NATURAL</b>
1. Área Generales de fabrica		
a) bares.	150	1,89
b) Vestuarios.	100	1,25
c) Entradas, corredores y escaleras.	100	1,25

2. Calderos Industriales		
a) Carbón y manejo de cenizas.	100	1,25
b) Calderos:		
b.1) Frentes de calderos y áreas de operación.	100+	1,25
b.2) otras Áreas	20 a 50	0,25 a 0,62
3. Cervecerías y destilarías		
a) Áreas generales de trabajo	150	1,88
b) Cervecerías, embotellado y envasado	200	2.50
c) Inspección de envases.	Luz especial	
4. Bodegas y almacenes		
a) materiales grandes y naves de carga.	100	1,25
	150	1,88
b) Materiales pequeños y estantes	150	1,88
c) Empacado y despacho.		

### 11.9.1. Estado actual del sistema de Iluminación:

Respecto al sistema de iluminación de la empresa Alcopesa, el voltaje requerido para la mayor parte de la iluminación es de 127V, con la excepción del área de producción y los exteriores de la planta ya que su iluminación es mediante reflectores a 220V; dando a conocer que el sistema de protección se encuentra ubicada en los sub-tableros de distribución en cada una de las áreas de la planta. Es necesario mencionar que la alimentación para todo el sistema de iluminación parte desde el tablero principal de distribución, el mismo que está conectado a las salidas del transformador trifásico de 75 KVA.



**Figura 29:** Vista en 3D, de la planta Alcopesa

Los aspectos a considerar para el estudio fueron, la diferenciación del tipo de iluminación en cada una de las áreas, puntos de iluminación existentes de cada área,

número de unidades utilizadas en cada punto de iluminación, potencia en cada unidad, punto, y área de iluminación, voltaje requerido para cada sistema de iluminación. Dicha información se puede observar en el **Anexo 6**.

### 11.9.2. Potencia total de iluminación.

La empresa Alcopesa cuenta con varios tipos de iluminación entre ellas tenemos lámparas fluorescentes, focos led de la denominación ojos de buey, reflectores incandescentes, dando una de potencia de 14456 W, siendo esto equivalente a 14,456 KW.

### 11.9.3. Niveles de iluminación.

Para la obtención de los niveles de iluminación, se utilizó un luxómetro en cada una de las áreas de la empresa Alcopesa, tomando en consideración a las normativas ecuatorianas NTE INEN 1154 y NEC 11; que establece el nivel de iluminación requerido para cada área de trabajo. En la siguiente tabla comparativa se evidencia los datos medidos y los límites de lúmenes establecidos por la citada normativa.

En la siguiente tabla podemos reconocer que existe áreas que no cumplen con los niveles de iluminación establecidos en la normativa, por lo tanto, es preciso realizar un redimensionamiento del sistema de iluminación.

**Tabla 22:** Principales áreas de la empresa Alcopesa

No.	Área	Medición (lux)	INEN 11 54 (lux)
1	Mezcladora	182	150
2	Planta de Producción	178	200
3	Bodega de producto terminado I	144	150
4	Bodega de producto terminado II	113	150
5	Bodega de Añejamiento I	104	100
6	Bodega de Añejamiento II	108	100
7	Bodega de Añejamiento III	112	100
9	Mecánica	155	200
10	Caldero	87	100
<b>OFICINAS</b>			
No.	Área	Medición (lux)	NEC 11 (lux)
11	Recepción	121	300
12	Archivo	164	200
13	Mercadeo	153	300
14	Sala de Juntas	124	500
15	Administración	133	300

16	Jefatura Planta	107	300
17	Pasillo	147	100
18	Laboratorio	156	300
19	Sala de Reuniones	102	500
20	Baños Hombres	122	300
21	Baños Mujeres	86	300

#### 11.9.4. Comparación de la carga instalada con la carga proyectada.

Haciendo una comparación entre la potencia actual y la potencia propuesta para el sistema de iluminación, se puede determinar que existe una reducción de potencia considerable para el ahorro de energía. Por tal razón es una condición favorable para la justificación de la propuesta que se planteara.

**Tabla 23:** Condición actual y propuesta de iluminación

AREÁ	CONDICION ACTUAL		PROPUESTA	
	PUNTOS DE ILUMINACIÓN	POTENCIA POR ÁREA (W)	PUNTOS DE ILUMINACIÓN	POTENCIA POR ÁREA (W)
Mezcladora	6	480	6	216
Planta de producción	10	2500	0	0
Bodega producto terminado I	15	1200	24	864
Bodega producto terminado II	3	480	12	432
Bodega de añejamiento I	8	640	9	324
Bodega de añejamiento II	12	960	9	324
Bodega de añejamiento III	10	800	15	540
Mecánica	3	240	10	360
Caldero	3	102	6	216
OFICINAS				0
Recepción	2	102	3	66
	4	60		0
Archivo	1	51	1	22
Mercadeo	2	102	2	44
Administración	4	204	4	88
Jefatura de planta	2	102	2	44
Baño	1	51	1	22
Pasillo	6	60	6	72
Laboratorio	6	408	6	132
Sala de Reuniones	23	230	20	240
OTRAS INSTALACIONES				0
Baños Hombres	15	150	15	180
Baños Mujeres	15	150	15	180
Torre destilación	2	2000	2	1500
<b>TOTAL, DE POTENCIA</b>		<b>14456</b>		<b>5866</b>

### 11.9.5. Luminarias propuestas a utilizar:

Mediante la simulación en el programa especializado en estudios de iluminación se determinó el tipo de tipo de luminarias, según sus características en relación a la potencia, flujo luminoso, y el lugar a ser utilizado, dichos datos se encuentran citados en la Tabla 24 y más detallado se puede encontrar en el **Anexo 12**.

**Tabla 24** Lista de piezas - Luminarias.

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P[W]
2	56	PHILIPS DN131B D165 1xLED10S/830	968	1100	12.0
3	91	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840	3600	3600	36.0
4	2	PHILIPS QBR600 C 1xHAL-TDC 750W	1600	3200	750.0
5	19	PHILIPS RC134B PSD W60L60 1xLED27S/840 OC	2700	2700	22.0
		<b>TOTAL:</b>	437908	450100	5866.00

### Propuesta:

Tomando en consideración los niveles de lúmenes establecidos por las normativas INEN 1154 y NEC 11 para los estudios de iluminación, se pudo determinar que no cumple con lo regulado, por tal razón se propone el cambio de lámparas fluorescentes por lámparas led, considerando que este tipo de tecnología es superior al referirnos a eficiencia energética, debido a sus características como su vida útil, alta tolerancia a la humedad, el bajo consumo de energía y una mínima generación de calor.

### 11.10. Calculo del VAN y TIR

#### Ahorro económico:

Se toma el costo de 0.0897 \$ / kWh establecido en el pliego tarifario 2018, para distribuidores industriales de media tensión con registro de demanda, teniendo que el sistema de iluminación actual tiene una potencia de 14,456 kW, mientras que el sistema de iluminación propuesto tiene una potencia consumida de 5,866 kW dando un valor de diferencia 8,590 kW.

$$E_h = \frac{\text{Energía total consumida (kWh)}}{\text{Carga máxima}}$$



$$E_h = \frac{291,47 \text{ kWh}}{20,55 \text{ kW}}$$

$$E_h = 14,18 \text{ h}$$

$$\text{Energía} = 8,590 \text{ kW} * 4 \text{ semanas} * 14,18 \text{ h}$$

$$\text{Energía} = 487,22 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro económico}_{\text{mes}} = 487,22 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} * 0,0897 \frac{\text{USD}}{\text{kWh}}$$

$$\text{Ahorro económico}_{\text{mes}} = 43,70 \text{ USD}$$

$$\text{Ahorro económico}_{\text{año}} = 43,70 \text{ USD} * 12 \text{ meses}$$

$$\text{Ahorro económico}_{\text{año}} = 524,44 \text{ USD}$$

Para el cálculo VAN y el TIR se tomará en cuenta los siguientes valores:

- Inversión inicial: 2078,081 USD
- Ahorro económico: 524,44 USD
- Costo de instalación: 250 USD
- Costo de mantenimiento: 100 USD

**Tabla 25.** Calculo del VAN Y TIR

CUENTAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION	(2.078,08)										
AHORRO POR		524,44	545,78	568,00	591,12	615,17	640,21	666,27	693,39	721,61	750,98
INSTALACION		250,00									
MANTENIMIENTO		100,00	104,07	108,31	112,71	117,30	122,08	127,04	132,21	137,60	143,20
FLUJO NETO	(2.078,08)	174,44	441,71	459,69	478,40	497,87	518,14	539,22	561,17	584,01	607,78

Este proyecto es viable realizarlo e invertir en los cambios propuestos para el sistema eléctrico de la industria ya que la tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad de una inversión (TIR), tiene un valor de 16,69 %, con una VAN de 2052,12 USD, por tanto, la inversión echa se lo recupera en el año 5.

## 12. IMPACTOS TECNICOS SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS

### Impacto técnico:

De acuerdo a las propuestas planteadas para optimizar el sistema eléctrico de la industria, estas ayudarán a la correcta operación de equipos eléctricos mejorando los procesos de la planta sin inconvenientes y así como también al sistema de iluminación debido a que en todas las áreas se estarán cumpliendo los límites establecidos en iluminación por las normativas NEC 11 y la INEC 1154.

### Impacto económico:

Uno de los impactos más representativos que se pudo determinar en el presente estudio, es el económico, por lo que se planteó la propuesta de reemplazo de luminarias fluorescentes a luminarias tipo LED, por ende, dicha propuesta tiene un costo de inversión de 2078,081 USD, de tal forma reduciendo un consumo de energía de 487,22 kWh-mes y un ahorro anual de 524,44 USD.

## 13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO DEL PROYECTO					
<b>CLIENTE:</b> Empresa Embotelladora Alcopesa					
<b>DIRECCIÓN:</b> Av. 5 de junio y Av. Iberoamericana sector San Felipe					
<b>RUC:</b> 505012					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANT.	PRECIO TOTAL
1	Lámpara Led *2 + regleta de 18w	Unid	9,35	91	850,85
2	Panel Led cuadrado 22w	Unid	12,50	19	237,50
3	Panel Led redondo 12w	Unid	6,48	56	362,88
4	Reflectores Led 750W	Unid	45,85	2	91,70
	Sub Total				1542,93
	Iva 12%				185,151
	Mano de Obra				250,00
	Mantenimiento				100,00
				<b>TOTAL</b>	<b>2078,081</b>

Para la propuesta planteada se estima un costo de inversión de 2078,081 USD/\$ y se recupera en el año 5.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- El portador energético más representativo luego del análisis, se obtuvo como resultado el consumo de energía con un valor de 42,42 %, el mismo que tiene mayor incidencia en los costos de operación del sistema, por tal razón el estudio se centró en la parte energética.
- Con el análisis de los datos de potencia podemos observar que la industria tiene un consumo máximo de 20.55 KW, el transformador instalado en la empresa es de 75 KVA, donde se concluye que dicho transformador abastece a la carga total y por el momento no se encuentra sobrecargado.
- Analizando el sistema eléctrico con ayuda del software de simulación, el conductor ubicado en el tablero general que va en dirección hacia el tablero de distribución ubicado en área del caldero, es de calibre número 8 AWG el mismo que tiene una cargabilidad de 92.25 % de su capacidad de conducción, existiendo una pérdida de 1 KW en la demanda pico, por lo que es necesario sustituirlo.
- Respecto al análisis de potencia activa, el sistema eléctrico presenta un desbalance en las tres líneas arrojando un valor máximo de 10, 91 % que está por encima del 5% que dicta la regulación CONELEC 004/01. Este valor afecta a las instalaciones por razón que puede existir un sobrecalentamiento en los equipos.
- Al referirnos al nivel establecido de lúmenes según las normativas ecuatoriana NEC 11, se identificó que, en el área de Recepción el valor medido es de 121 lx y según la normativa es de 300 lx y de igual forma en el área de Jefatura de Planta el valor medido es de 107 lx y según la normativa es de 300 lx, los cuales no están dentro de lo establecido.

**Recomendaciones:**

- En vista de que la demanda máxima es de 20,55 KW quedando así una reserva del transformador, se puede adicionar nuevas cargas a las instalaciones de la empresa.
- Para la toma de datos de la intensidad lumínica se sugiere disponer de un luxómetro en buenas condiciones, para así determinar si los niveles de lúmenes requeridos en cada lugar de trabajo son los adecuados según la normativa.
- Para registrar los parámetros eléctricos del sistema, mediante el analizador de redes se debe tener un certificado de calibración del equipo, evitando así obtener mediciones erróneas.
- En vista de que existe un voltaje en el neutro es necesario realizar una inspección en las posibles causas que podrían provocar este fenómeno, esto incluye revisión de la puesta a tierra, estudio de armónicos de corriente y balanceo de cargas.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. W. A. Romero, *Auditoria Energetica En El Hospital Julius Doepfner de la ciudad de Zamora*, Zamora, 2012.
- [2] «Buenas Practicas para el ahorro de energia en la empresa».
- [3] M. Holguin, «análisis de la Eficiencia Energetica,» Guayaquil , 2010.
- [4] «Herramientas para la implementacion de sistemas de gestion energetica segun la norma ISO 50001,» Grupo de gestion energetica, 2011.
- [5] M. C. Q. Oqueña, «Herramientas para el analisis de caracterizacion de la Eficiencia Energetica».
- [6] P. D. R. Castañeiras, *Gestion de la Energia en la Universidad de las Tunas*, Cuba, Septiembre 2014.
- [7] P. Mendez, «Gestion de la demanda de Energia Electrica en la empresa Cartopel,» Cuenca, 2013.
- [8] B. FREIRE, Análisis Técnico de la Operación del Alimentador N° 2 de la S/E Otavalo, Quito, 2012.
- [9] J. L. GUZMÁN, Fundamentos básicos para la proyección de la demanda de energía eléctrica., 1990.
- [10] J. D. A. Mullo, «Tension a partir de la medicion,» Costa Rica, 2009.
- [11] P. Iza, «Practicas de Simulacion de flujos de carga,» Quito, 2014.
- [12] U. d. Atlantico, «Correccion del factor de Potencia y control de la demanda,» Grupo de Gestion Eficiente de energia , 2012.
- [13] «Calidad y uso racional de la energia electrica,» Circutor, España.
- [14] R. Vazques, «Medidas Electricas,» Enciclopedia, Barcelona España.
- [15] M. Estrada, «Capitulo de Conductores Electricos,» 2010.
- [16] D. Planning, «El concepto de la capacidad Instalada,» 2012.
- [17] M. A. G. Plasencia, *Herramientas para la implementacion de sistemas de gestion energetica segun la norma ISO 50001*, Cienfuegos, 2011.
- [18] A. d. R. y. C. d. Electricidad, *Pliego Tarifario para las empresas Electricas de Distribucion*, 2018.

16.

# ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibración Fluke 435 II

 <b>METRÓLOGOS ASOCIADOS DEL ECUADOR</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO		 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° SAE-LCA-17-001 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN	
<b>MAGNITUDES ELÉCTRICAS</b>			
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> Número de Certificado: LMEL18270PQA			
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>INSTRUMENTO BAJO PRUEBA</b>	
Nombre:	ING. PAULINA SALAZAR	Descripción:	POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER
Dirección:	Latacunga	Marca:	FLUKE
Representante:	Ing. Paulina Salazar.	Modelo:	435 II
Teléfono:	099 2546829	Serie:	-----
PROCEDIMIENTO UTILIZADO: PR-LMEL-02		Código:	IPS-18-560-LME
		Fecha de recepción:	2018-07-20
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b>	
Lugar de Calibración:	LABORATORIO	Inicio de Calibración:	2018-07-23
	<b>PROMEDIO</b>	Fin de Calibración:	2018-07-23
Temperatura ambiente:	20,7 ° C	Próxima Calibración:	-----
Humedad Relativa:	55,3 % HR	Núm. de días de Calibración:	01 día
<b>INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO</b>			
Descripción:	MULTI PRODUCT CALIBRATOR	AMP AC/DC CLAMP COIL ADAPTER	
Marca:	TRANSMILLE	TRANSMILLE	
Modelo:	3041A	EA002	
Serie:	L1395A16	111657A16	
Núm. Certificado:	LMEL18042PMC	30304	
Fecha de Cal:	2018-02-21	2016-02-18	
F. de próx. Cal:	2019-02-21	2019-02-18	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CALIBRACIÓN</b>			
<p>Todas las incertidumbres declaradas en este certificado de calibración son expresadas para un factor de cobertura <math>k=2</math> (aproximadamente 95,45 % de probabilidad de cobertura (ó nivel de confianza) asumiendo distribución normal) de acuerdo a la G.U.M. La calibración ha considerado entre otras las siguientes fuentes de incertidumbre: Instrumento Patrón, Sistema de Calibración, Repetibilidad y Resoluciones de las mediciones del instrumento bajo prueba.</p> <p>Los resultados de este Certificado de Calibración son válidos únicamente para el instrumento indicado y bajo las condiciones de referencia declaradas.</p> <p>Las mediciones realizadas por nuestro laboratorio se basan en patrones de referencia que mantienen trazabilidad a Laboratorios Nacionales y Laboratorios acreditados bajo la norma NTE/INEN ISO/IEC 17025:2006, se utilizan procedimientos desarrollados por la Compañía METASDELECUADOR CÍA. LTDA.</p> <p>Este certificado de calibración no debe ser copiado parcialmente, solo en su totalidad, con las firmas del personal responsable de la Compañía METASDELECUADOR CÍA. LTDA.</p> <p>La trazabilidad del laboratorio de la Compañía METASDELECUADOR CÍA. LTDA. Está disponible para el cliente si lo requiere.</p> <p>El intervalo de calibración (Intervalo de confirmación metrológica) del instrumento es responsabilidad del cliente.</p>			
F-CAL-ATSG-01-1		Página: 1 de 6	
<a href="http://www.calibraciones-metas.com">www.calibraciones-metas.com</a>		Quito, Av. Guayanay Nan Oe3-121 y General Gallardo (Sector Quitumbe)	

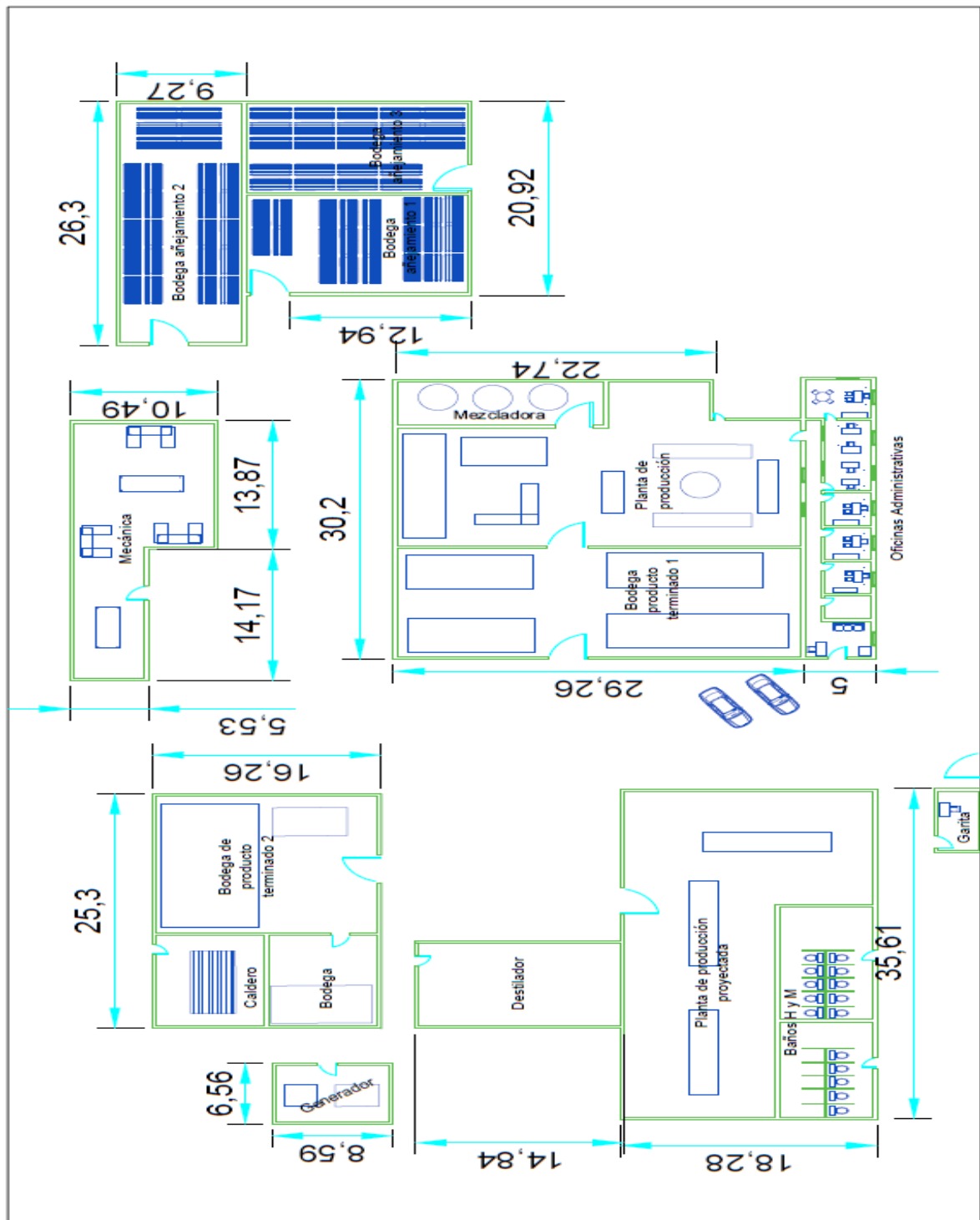
**Anexo 2.** Características técnicas de Fluke 435 II

<b>Especificaciones del producto</b>				
Voltio	Modelo	Rango de medida	Resolución	Precisión
Vrms (CA + CC)		1 V a 1000 V fase a neutro	0.01 V	±0.1 % de voltaje nominal <sup>1</sup>
V pico		1 Vpico a 1400 Vpico	1 V	5 % de voltaje nominal
<b>Amperios (precisión sin incluir precisión de pinza)</b>				
Amperios (CA + CC)	i430-Flex 1x	5 A a 6000 A	1:00 AM	±0.5 % ± 5 recuentos
	i430-Flex 10x	0.5 A a 600 A	0.1 A	±0.5 % ± 5 recuentos
	1mV/A 1x	5 A a 2000 A	1A	±0.5 % ± 5 recuentos
	1mV/A 10x	0.5 A a 200 A (solo CA)	0.1 A	±0.5 % ± 5 recuentos
Apico	i430-Flex	8400 Apico	1 Arms	±5 %
	1mV/A	5500 Apico	1 Arms	±5 %
<b>Frecuencia Hz</b>				
Fluke 434 a 50 Hz nominal		42.50 Hz a 57.50 Hz	0.01 Hz	±0.01 Hz
Fluke 434 a 60 Hz nominal		51.00 Hz a 69.00 Hz	0.01 Hz	±0.01 Hz
<b>Alimentación</b>				
Vatios (VA, var)	i430-Flex	máx. 6000 MW	0.1 W a 1 MW	±1 % ± 10 recuentos
	1 mV/A	máx. 2000 MW	0.1 W a 1 MW	±1 % ± 10 recuentos
Factor de potencia (Cos j/DPF)		0 a 1	0.001	±0.1 % con condiciones de carga nominal
<b>Energía</b>				



kWh (kVAh, kvarh)	i430-Flex 10x	Según escala de la pinza de corriente y V nominal		$\pm 1 \% \pm 10$ recuentos
Pérdida de energía	i430-Flex 10x	Según escala de la pinza de corriente y V nominal		$\pm 1 \% \pm 10$ recuentos sin exactitud de resistencia de línea
Armónicos				
Orden de armónicos (n)		CC, grupos 1 a 50: grupos de armónicos según IEC 61000-4-7		
Orden de interarmónicos (n)		OFF, grupos 1 a 50: subgrupos de armónicos e interarmónicos según IEC 61000-4-7		
Voltios%	f	0.0 % a 100 %	0.1 %	$\pm 0.1 \% \pm n \times 0.1 \%$
	r	0.0 % a 100 %	0.1 %	$\pm 0.1 \% \pm n \times 0.4\%$
	Absoluto	0.0 a 1000 V	0.1 V	$\pm 5 \%^1$
	THD (dispersión armónica total)	0.0 % a 100 %	0.1 %	$\pm 2.5 \%$

Anexo 3. Plano arquitectónico de planta - Alcopesa



**Anexo 4:** Tabla de cálculo para el diagrama de control.

Mes	KWh	Producción	Media E:E	MediaE :E+3dst	MediaE .E-3dst	Media P	Media P+3dst	MediaP-3dst
May-17	3794	32200	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Jun-17	4202	35040	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Jul-17	2938	27360	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Ago-17	4345	37280	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Sep-17	3305	27360	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Oct-17	3794	31680	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Nov-17	3835	31650	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Dic-17	3917	32990	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Ene-18	2938	24840	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Feb-18	2815	24820	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Mar-18	3305	26680	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Abr-18	2366	21680	3.462,8	5.297,09	1.628,5	29.465	43.534,2	15.395,72
Media	3.463	29.465						
Desv.St.	611,42	4.689,7						
Media+3DSt	5.297,09	43.534,2						
Media-3DSt.	1.628,58	15.395,72						

**Anexo 5.** Datos de placa de los motores y bombas existentes en la industria.

AREÁ	DESCRIPCIÓN	CANT.	MODELO / SERIE	POTENCIA	UNIDAD.	CORRIENTE (Amp)	VOLT. (V)	TIPO DE RED
<b>MEZCLADORA</b>								
<b>Mezclador 1</b>	Motor	1	0491-A	0,37	KW	2	220	3 F
<b>Mezclador 2</b>	Motor	1	21D-2A/7801090	3/4	HP	1,72 / 3,44	220/440	3 F
<b>Mezclador 4</b>	Motor	1	W 3825	1	HP	3,3	220	3 F
	Bomba 1	1	FP 612 / 16786 D	3	HP		220	3 F
	Bomba 2	1	FP 612 / 16786 D	3	HP		220	3 F
<b>Motor Pequeño</b>	Motor	1		1/4	HP	5	110	1 F
<b>PLANTA DE PRODUCCIÓN</b>								
<b>Lavadora</b>	Motor	1		1/2	HP		220	3 F

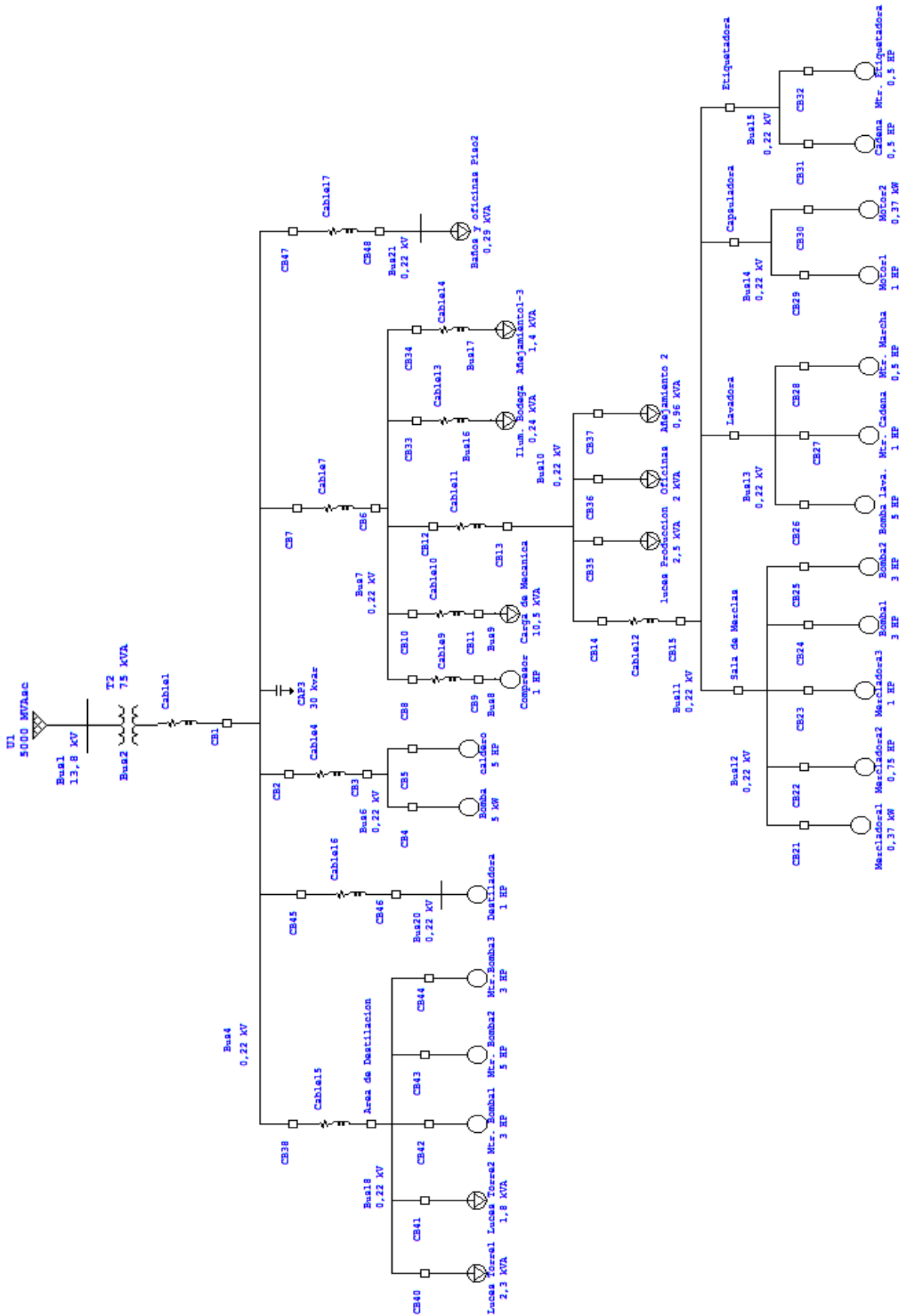
	Bomba	1		5	HP	15,4 / 14,3	220/440	3 F
<b>Cadena Lavadora</b>	Motor	1	3513 C	1	HP	3,4	220/440	3 F
<b>Llenadora (Dosificadora)</b>	Motor	1		1	HP	4,4	230/460	3 F
	Motor	1		1	HP	4,4	220	3 F
	Motor	1	P56H1302i	1/2	HP	2,2 / 1,1	230/460	3 F
<b>Capsuladora</b>	Motor	1		0,37	KW	1,9 / 1,1	230/380	3 F
	Motor	1		0,87	KW	1,5	220/380	3 F
<b>Capsuladora Cadena</b>	Motor	1	CB14-6D / 131648	0,25	KW	1,4 / 0,82	220/380	3 F
<b>Capsuladora Manual</b>	Motor	1	374165	1/2	HP	2,8 / 1,4	220/440	3 F
<b>Etiquetadora</b>	Motor	1	3361066	1/2	HP	2,3	220	3 F
	Motor	1		1/3	HP	1,4 / 1,7	220/440	3 F
<b>Etiquetadora Cadena</b>	Motor	1	3317583	1/2	HP	2,3	220	3 F
<b>Codificadora de Botella</b>	Motor	1	1210	120	W	3	120	
<b>Codificadora de timbres (Simar)</b>		1	Schneider			2,6	220 / 240	
<b>Cadena Transportadora</b>	Motor	1		1	HP	4,4	220	3 F
	Motor	1		1	HP	4,4	220	3 F
<b>Recolector</b>	Motor	1	2959344	1/2	HP	2,3	220	3 F
<b>Codificadora de Cartones</b>			NT - 501	250	W		110	1 F
<b>COMPRESOR</b>	Bomba	1		3	HP	14,5	220	
	Bomba	1		1	HP	14,5	220	
<b>CALDERO</b>	Motor	1	5K210DJ4	5	HP	14,6 / 7,3	220/440	3 F
	Bomba	1	85U05423	4	KW	13,6	220	3 F
<b>SISTERNA</b>	Bomba	1	CODIGO 6P	3	HP	8,4	220	3 F
	Bomba	1		5	HP	15,4	220	3 F
	Bomba	1		3	HP	7,8	220	3 F
<b>DESTILACIÓN</b>	Motor	1	676520	1	HP	3,4	220	3 F
<b>Desinstalada</b>	Motor	1	6520-XC	1	HP	3,4	220	3 F
<b>Desinstalada</b>	Motor	1		1/3	HP	1,75	220	3 F
<b>MECANICA</b>	Soldadora	1		17,5	KVA	15,9 / 79,5	110/220	2 F
	Soldadora	1		10,5	KVA	15,9 / 79,5	110/220	2 F
<b>ABASTESIMIENTO DE DIESEL</b>	Bomba	1		3/4	HP	8		3F

**Anexo 6.** Datos del sistema de iluminación

AREÁ	TIPO	PUNT. DE ILUM.	UNID	POTENCIA C/U (W)	POTENCIA POR PUNTO (W)	POTENCIA TOTAL DEL AREÁ (W)	VOL T. (V)
<b>Mezcladora</b>							
	Lámparas Fluorescentes	5	2	40	80	400	110
<b>Planta De Producción</b>							
	Reflectores	10	1	250	250	2500	220
<b>Bodega 1 De Producto Terminado</b>							
	Lámparas Fluorescentes	15	2	40	80	1200	110
<b>Bodega 2 De Producto Terminado</b>							
	Lámparas Fluorescentes	3	2	40	80	240	110
<b>Iluminación Exteriores</b>							
	Reflectores	18	1	100	100	1800	220
<b>Bodega De Añejamiento 1</b>							
	Lámparas Fluorescentes	8	2	40	80	640	110
<b>Bodega De Añejamiento 2</b>							
	Lámparas Fluorescentes	12	2	40	80	960	110
<b>Bodega De Añejamiento 3</b>							
	Lámparas Fluorescentes	10	2	40	80	800	110
<b>Bodega (Proyectada)</b>							
	Lámparas Fluorescentes	10	2	40	80	800	110
<b>Mecánica</b>							
	Lámparas Fluorescentes	3	4	40	160	480	110
	Lámparas Fluorescentes	4	2	40	80	320	110
<b>OFICINAS</b>							
<b>Recepción</b>	Lámparas Fluorescentes	2	3	17	51	102	110
	Riel de focos	4	1	15	15	60	110
<b>Baño</b>	Lámparas Fluorescentes	2	3	17	51	102	110
<b>Archivo</b>	Lámparas Fluorescentes	1	3	17	51	51	110
<b>Mercadeo</b>	Lámparas Fluorescentes	2	3	17	51	102	110
<b>Sala de Juntas</b>	Lámparas	2	3	17	51	102	110

	Fluorescentes						
<b>Administración</b>	Lámparas Fluorescentes	4	3	17	51	204	110
<b>Jefatura Planta</b>	Lámparas Fluorescentes	2	3	17	51	102	110
<b>Baño</b>	Lámparas Fluorescentes	1	3	17	51	51	110
<b>Pasillo Planta Baja</b>	Ojos de Buey - Led	6	1	10	10	60	110
<b>Oficinas Planta Alta</b>	Ojos de Buey - Led	20	1	10	10	200	110
<b>Laboratorio</b>	Lámparas Led	6	4	20	80	480	110
<b>Sala de Reuniones</b>	Ojos de Buey - Led	23	1	10	10	230	110
<b>Contabilidad</b>	Ojos de Buey - Led	6	1	10	10	60	110
<b>Pasillo Planta Alta</b>	Ojos de Buey - Led	12	1	10	10	120	110
<b>OTRAS INSTALACIONES</b>							
<b>Baños Hombres y Mujeres</b>	Ojos de Buey - Led	30	1	10	10	300	110
<b>Torre destilación</b>	Reflectores	2	1	1000	1000	2000	220

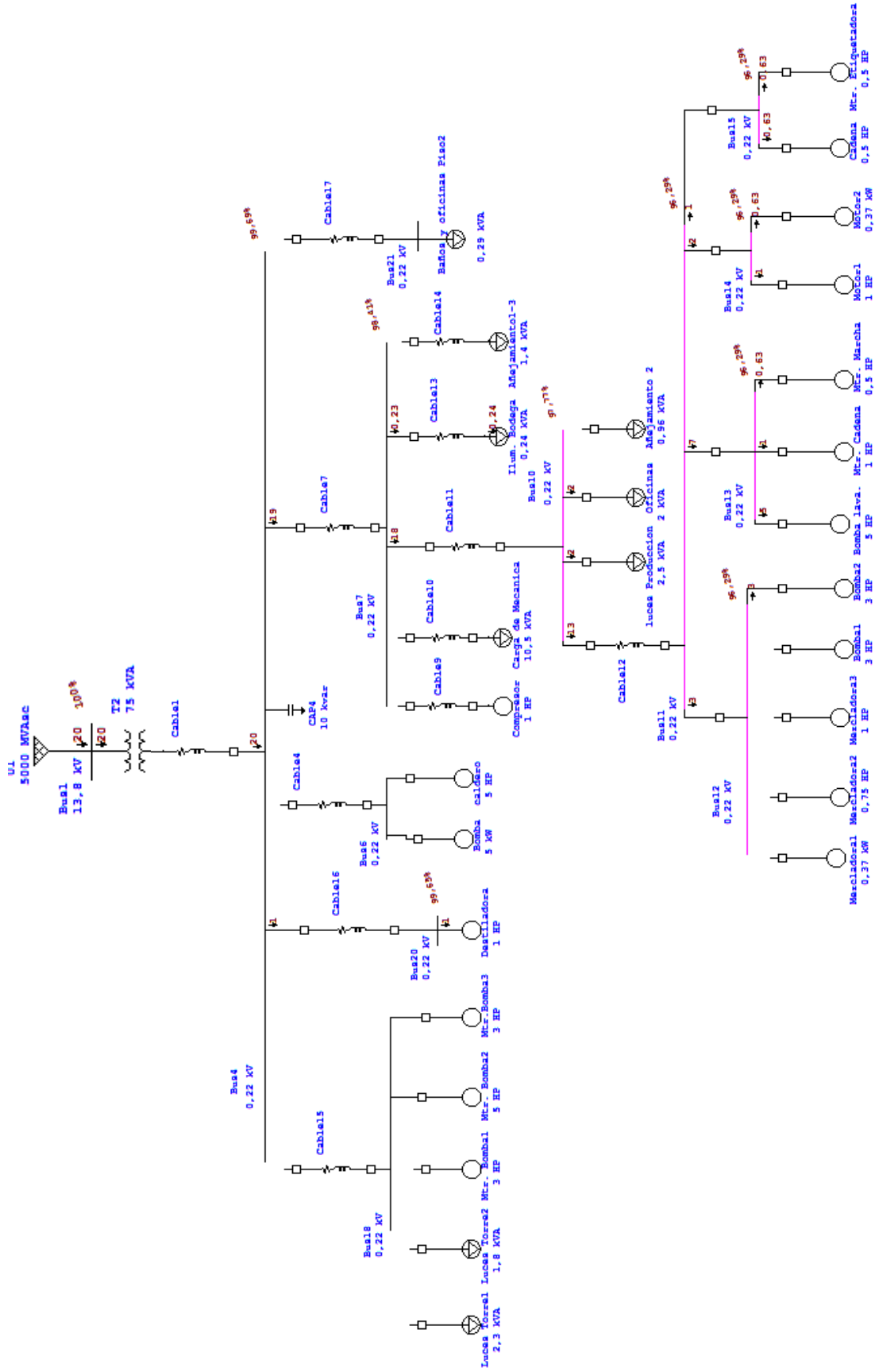
# Anexo 7. Diagrama unifilar del sistema eléctrico de la empresa







## Anexo 9: Simulación del diagrama eléctrico en la demanda máxima.



Anexo 10: Reportes del software de simulación Etap 12.6 <<Demo>>

Bus Input Data								
Bus			Initial Voltage		Constant kVA		Load	
ID	KV	Sub-sys	% Mag.	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar
Bus 1	13.8	1	100.0	0.0				
Bus 2	0.220	1	100.0	0.0				
Bus 4	0.220	1	100.0	0.0			0.000	-0.030
Bus 6	0.220	1	100.0	0.0	0.012	0.007		
Bus 7	0.220	1	100.0	0.0				
Bus 10	0.220	1	100.0	0.0	0.004	0.000		
Bus 11	0.220	1	100.0	0.0				
Bus 12	0.220	1	100.0	0.0	0.003	0.002		
Bus 13	0.220	1	100.0	0.0	0.007	0.005		
Bus 14	0.220	1	100.0	0.0	0.002	0.001		
Bus 15	0.220	1	100.0	0.0	0.001	0.001		
Bus 16	0.220	1	100.0	0.0				
Bus 20	0.220	1	100.0	0.0	0.001	0.001		
<b>Total Number of Buses:13</b>					0.030	0.017	0.001	-0.030

Line/Cable Input Data								
Ohm sor Siemens/1000 ft per Conductor (Cable) or per Phase (Line)								
Line/Cable	Library	Size	Adj. (ft)	% Tol.	#/Phase	T (°C)	R	X
Cable 1	1,0NCUN1	2	32.8	0.0	1	75	0.19407	
Cable 4	0,6MCUN1	8	32.8	0.0	1	75	0.78000	0.06500
Cable 7	0,6MCUN1	4	98.4	0.0	1	75	0.31000	0.06000
Cable 11	0,6MCUN1	4	49.2	0.0	1	75	0.31000	0.06000
Cable 12	0,6MCUN1	6	98.4	0.0	1	75	0.49000	0.06400
Cable 13	0,6MCUN1	6	16.4	0.0	1	75	0.49000	0.06400
Cable 16	0,6MCUN1	4	49.2	0.0	1	75	0.31000	0.06000

Branch Connections							
CKT/Branch		Connected Bus ID		% Impedance, Pos. Seq., 100 MVA Base			
ID	Type	From Bus	To Bus	R	X	Z	Y
T2	2W XFMR	Bus 1	Bus 2	263.82	8996.13	9000.00	
Cable 1	Cable	Bus 2	Bus 4	1315.58		1315.58	
Cable 4	Cable	Bus 4	Bus 6	5287.30	440.61	5305.63	
Cable 7	Cable	Bus 4	Bus 7	6304.09	1220.15	6421.09	
Cable 11	Cable	Bus 7	Bus 10	3152.05	610.07	3210.54	
Cable 12	Cable	Bus 10	Bus 11	9964.54	1301.49	10049.17	
Cable 13	Cable	Bus 7	Bus 16	1660.76	216.92	1674.86	
Cable 16	Cable	Bus 4	Bus 20	3152.05	610.07	3210.54	

LOAD FLOW REPORT							
Bus		Voltage		Generation		Load	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar
Bus 1	13.8	100.00	0.0	0.021	-0.012	0	0
Bus 2	0.220	99.98	-1.6	0	0	0	0
Bus 4	0.220	99.98	-1.7	0	0	0.000	-0.030
Bus 6	0.220	99.97	-1.6	0	0	0.012	0.007
Bus 7	0.220	99.36	-1.5	0	0	0	0
Bus 10	0.220	98.74	-1.4	0	0	0.004	0.000
Bus 11	0.220	97.27	-1.0	0	0	0	0
Bus 12	0.220	97.27	-1.0	0	0	0.003	0.002
Bus 13	0.220	97.27	-1.0	0	0	0.007	0.005
Bus 14	0.220	97.27	-1.0	0	0	0.002	0.001
Bus 15	0.220	97.27	-1.0	0	0	0.001	0.001
Bus 16	0.220	99.36	-1.5	0	0	0	0
Bus 20	0.220	99.59	-1.7	0	0	0.001	0.001

LOAD FLOW REPORT				
ID	MW	Mvar	Amp.	% PF
Bus 2	0.021	-0.012	1.4	-93.4
Bus 4	0.021	-0.013	89.7	-92.3
Bus 1	0.021	0.013	89.7	-93.2
Bus 2	0.021	0.013	89.7	-93.2
Bus 6	0.012	0.007	36.7	85.5
Bus 7	0.019	0.009	53.8	90.0
Bus 20	0.001	0.001	3.7	81.0
Bus 4	-0.012	-0.007	36.7	85.3
Bus 4	-0.018	-0.009	53.8	89.8
Bus 10	0.018	0.009	53.2	89.6
Bus 16	0.000	0.009	0.6	100
Bus 7	-0.018	0.000	53.2	89.5
Bus 11	0.018	-0.009	42.9	83.3
Bus 10	0.013	0.009	42.9	82.9
Bus 14	0.002	-0.009	6.0	80.4
Bus 15	0.001	0.001	4.3	79.4
Bus 13	0.007	0.001	22.3	83.8
Bus 12	0.003	0.005	10.3	83.8
Bus 11	-0.003	0.002	10.3	83.7
Bus 11	-0.007	-0.002	22.3	83.8
Bus 11	-0.002	-0.005	6.0	80.4
Bus 11	-0.001	0.001	4.3	79.4
Bus 7	0.000	0.000	0.6	100.0
Bus 4	-0.001	-0.001	3.7	81.0

**Anexo 11:** Datos obtenidos por analizador de cargas

Fecha	HORA	kWL1	kWL2	kWL3	
27/06/2018	0:44	0,66	1,61	1,19	k Watts
27/06/2018	1:44	0,70	1,60	1,26	kWatts
27/06/2018	2:44	0,72	1,60	1,29	kWatts
27/06/2018	3:44	0,97	1,59	1,69	kWatts
27/06/2018	4:44	0,66	1,62	1,18	kWatts
27/06/2018	5:44	0,55	1,15	0,80	kWatts
27/06/2018	6:44	0,65	0,73	0,74	kWatts
27/06/2018	7:44	3,18	3,66	3,06	kWatts
27/06/2018	8:44	6,42	7,21	6,92	kWatts
27/06/2018	9:44	4,79	5,69	5,48	kWatts
27/06/2018	10:44	5,71	6,55	6,49	kWatts
27/06/2018	11:44	4,28	4,99	5,31	kWatts
27/06/2018	12:44	1,74	1,76	2,12	kWatts
27/06/2018	13:44	1,46	1,41	2,05	kWatts
27/06/2018	14:44	1,28	1,92	1,99	kWatts
27/06/2018	15:44	2,31	3,01	2,94	kWatts
27/06/2018	16:44	1,30	2,07	1,55	kWatts
27/06/2018	17:44	0,46	1,64	0,57	kWatts
27/06/2018	18:44	0,73	2,26	1,50	kWatts
27/06/2018	19:44	0,95	1,08	1,70	kWatts
27/06/2018	20:44	1,28	1,09	1,18	kWatts
27/06/2018	21:44	1,28	1,09	1,18	kWatts
27/06/2018	22:44	1,31	1,09	1,25	kWatts
27/06/2018	23:44	1,33	1,06	1,27	kWatts

FECHA	HORA	KWL1	KWL2	KWL3
27/06/2018	0:44	3,21%	7,82%	5,81%
27/06/2018	1:44	3,41%	7,80%	6,11%
27/06/2018	2:44	3,52%	7,77%	6,29%
27/06/2018	3:44	4,74%	7,72%	8,22%
27/06/2018	4:44	3,21%	7,87%	5,74%
27/06/2018	5:44	2,68%	5,61%	3,88%
27/06/2018	6:44	3,18%	3,57%	3,58%
27/06/2018	7:44	15,47%	17,82%	14,87%
27/06/2018	8:44	31,25%	35,08%	33,67%
27/06/2018	9:44	23,32%	27,68%	26,68%
27/06/2018	10:44	27,80%	31,85%	31,56%
27/06/2018	11:44	20,82%	24,26%	25,82%
27/06/2018	12:44	8,48%	8,56%	10,31%
27/06/2018	13:44	7,10%	6,88%	9,96%
27/06/2018	14:44	6,21%	9,36%	9,67%
27/06/2018	15:44	11,26%	14,66%	14,30%
27/06/2018	16:44	6,33%	10,07%	7,56%

27/06/2018	17:44	2,22%	7,96%	2,77%
27/06/2018	18:44	<b>3,55%</b>	<b>10,98%</b>	<b>7,30%</b>
27/06/2018	19:44	4,62%	5,27%	8,29%
27/06/2018	20:44	6,23%	5,32%	5,72%
27/06/2018	21:44	6,21%	5,30%	5,74%
27/06/2018	22:44	6,36%	5,30%	6,07%
27/06/2018	23:44	6,49%	5,16%	6,16%

Fecha	HORA	kWL1	kWL2	kWL3	
27/06/2018	0:44	0,66	1,61	1,19	kWatts
27/06/2018	1:44	0,70	1,60	1,26	kWatts
27/06/2018	2:44	0,72	1,60	1,29	kWatts
27/06/2018	3:44	0,97	1,59	1,69	kWatts
27/06/2018	4:44	0,66	1,62	1,18	kWatts
27/06/2018	5:44	0,55	1,15	0,80	kWatts
27/06/2018	6:44	0,65	0,73	0,74	kWatts
27/06/2018	7:44	3,18	3,66	3,06	kWatts
27/06/2018	8:44	6,42	7,21	6,92	kWatts
27/06/2018	9:44	4,79	5,69	5,48	kWatts
27/06/2018	10:44	5,71	6,55	6,49	kWatts
27/06/2018	11:44	4,28	4,99	5,31	kWatts
27/06/2018	12:44	1,74	1,76	2,12	kWatts
27/06/2018	13:44	1,46	1,41	2,05	kWatts
27/06/2018	14:44	1,28	1,92	1,99	kWatts
27/06/2018	15:44	2,31	3,01	2,94	kWatts
27/06/2018	16:44	1,30	2,07	1,55	kWatts
27/06/2018	17:44	0,46	1,64	0,57	kWatts
27/06/2018	18:44	0,73	2,26	1,50	kWatts
27/06/2018	19:44	0,95	1,08	1,70	kWatts
27/06/2018	20:44	1,28	1,09	1,18	kWatts
27/06/2018	21:44	1,28	1,09	1,18	kWatts
27/06/2018	22:44	1,31	1,09	1,25	kWatts
27/06/2018	23:44	1,33	1,06	1,27	kWatts

FECHA	HORA	Potencia L1	Potencia L2	Potencia L3	TOTAL
27/06/2018	0:44	0,66	1,61	1,19	3,46
27/06/2018	1:44	0,70	1,60	1,26	3,56
27/06/2018	2:44	0,72	1,60	1,29	3,61
27/06/2018	3:44	0,97	1,59	1,69	4,25
27/06/2018	4:44	0,66	1,62	1,18	3,46
27/06/2018	5:44	0,55	1,15	0,80	2,50
27/06/2018	6:44	0,65	0,73	0,74	2,12
27/06/2018	7:44	3,18	3,66	3,06	9,90
27/06/2018	8:44	6,42	7,21	6,92	20,55

<b>27/06/2018</b>	9:44	4,79	5,69	5,48	15,97
<b>27/06/2018</b>	10:44	5,71	6,55	6,49	18,75
<b>27/06/2018</b>	11:44	4,28	4,99	5,31	14,57
<b>27/06/2018</b>	12:44	1,74	1,76	2,12	5,62
<b>27/06/2018</b>	13:44	1,46	1,41	2,05	4,92
<b>27/06/2018</b>	14:44	1,28	1,92	1,99	5,19
<b>27/06/2018</b>	15:44	2,31	3,01	2,94	8,27
<b>27/06/2018</b>	16:44	1,30	2,07	1,55	4,92
<b>27/06/2018</b>	17:44	0,46	1,64	0,57	2,66
<b>27/06/2018</b>	18:44	0,73	2,26	1,50	<b>4,49</b>
<b>27/06/2018</b>	19:44	0,95	1,08	1,70	3,74
<b>27/06/2018</b>	20:44	1,28	1,09	1,18	3,55
<b>27/06/2018</b>	21:44	1,28	1,09	1,18	3,55
<b>27/06/2018</b>	22:44	1,31	1,09	1,25	3,64
<b>27/06/2018</b>	23:44	1,33	1,06	1,27	3,66

## Anexo 12: Resultados de simulación de lo proyectado en DIALux Demo.

Proyecto Planta Alcopesa

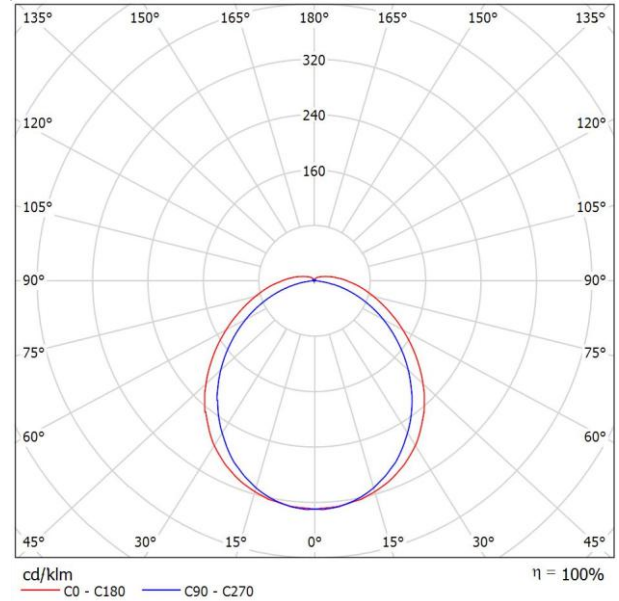
**DIALux**

26.07.2018

Proyecto elaborado por Edison Pastuña - Cristian Santo  
Teléfono 0995559203 0999937116

### PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 95  
Código CIE Flux: 46 76 92 95 100

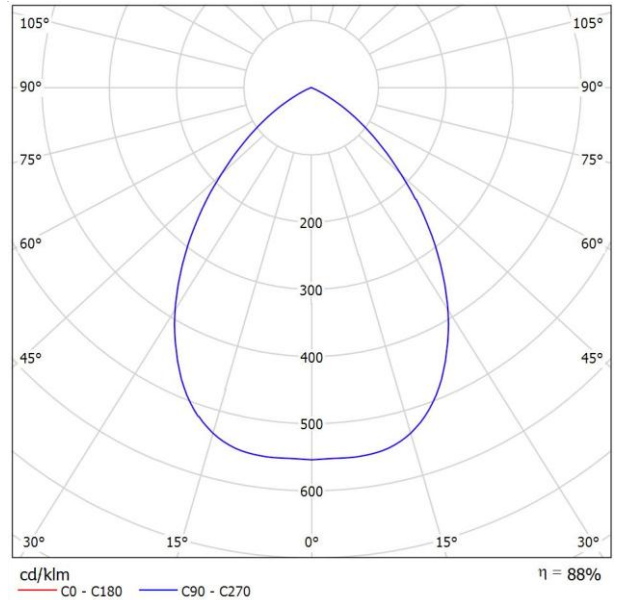
Ledinaire Waterproof – Simply great LED The Ledinaire range contains a selection of popular off-the-shelf LED luminaires that comes with the high Philips quality levels at a competitive price. Reliable, energy efficient and affordable – just what you need.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo												
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H		20.6	21.9	21.0	22.2	22.6	20.3	21.6	20.7	22.0	22.3
	3H		22.2	23.4	22.6	23.7	24.1	21.6	22.8	22.0	23.2	23.5
	4H		22.9	24.0	23.3	24.4	24.8	22.1	23.2	22.5	23.6	24.0
	6H		23.6	24.6	24.1	25.0	25.5	22.4	23.4	22.8	23.8	24.2
	8H		23.9	24.9	24.4	25.3	25.8	22.5	23.4	22.9	23.9	24.3
12H		24.2	25.2	24.7	25.6	26.1	22.5	23.4	22.9	23.8	24.3	
4H	2H		21.2	22.3	21.6	22.7	23.1	21.0	22.1	21.4	22.5	22.9
	3H		23.0	23.9	23.4	24.3	24.8	22.5	23.4	22.9	23.8	24.3
	4H		23.9	24.7	24.4	25.2	25.6	23.1	23.9	23.6	24.4	24.9
	6H		24.7	25.5	25.2	26.0	26.5	23.5	24.2	24.0	24.7	25.2
	8H		25.1	25.8	25.7	26.3	26.9	23.6	24.3	24.1	24.8	25.3
12H		25.5	26.2	26.1	26.7	27.2	23.7	24.3	24.2	24.8	25.3	
8H	4H		24.2	24.9	24.7	25.3	25.9	23.5	24.1	24.0	24.6	25.2
	6H		25.2	25.8	25.8	26.3	26.9	24.1	24.6	24.6	25.2	25.7
	8H		25.8	26.3	26.3	26.8	27.4	24.3	24.8	24.9	25.3	25.9
	12H		26.3	26.7	26.9	27.3	27.9	24.4	24.9	25.0	25.4	26.0
12H	4H		24.2	24.8	24.7	25.3	25.9	23.5	24.2	24.1	24.7	25.2
	6H		25.3	25.8	25.9	26.3	26.9	24.2	24.7	24.8	25.3	25.9
	8H		25.9	26.3	26.5	26.9	27.5	24.5	24.9	25.1	25.5	26.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.1 / -0.1				+0.1 / -0.1							
S = 1.5H	+0.2 / -0.3				+0.2 / -0.4							
S = 2.0H	+0.3 / -0.6				+0.4 / -0.7							
Tabla estándar	BK07				BK05							
Sumando de corrección	9.0				7.0							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total												

**PHILIPS DN131B D165 1xLED10S/830 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 74 98 100 100 88

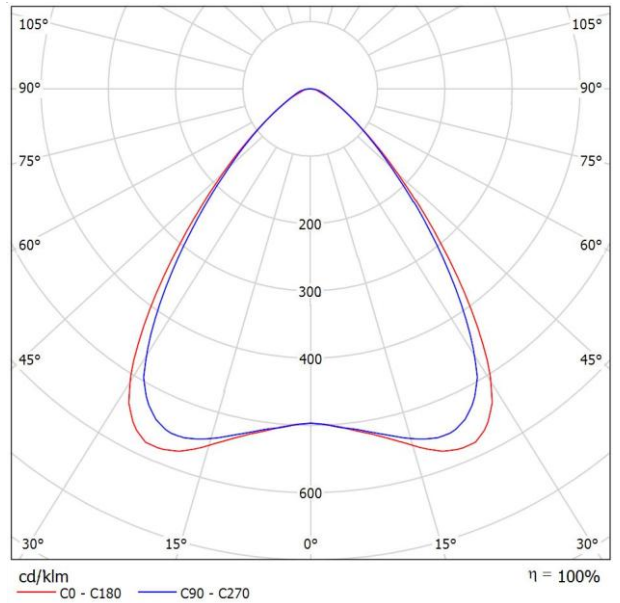
CoreLine Downlight – The clear choice for LED  
The CoreLine Downlight range of recessed luminaires is designed to replace CFL-ni/CFL-i based downlight luminaires. Their attractive TCO helps customers to make the switch to LED. These luminaires create a natural lighting effect for use in general lighting applications. They also deliver instant energy savings and have a much longer lifetime, creating a real value-for-money and environmentally friendly solution. They are easy to install thanks to their standard cut-out size and push-in connectors. InterAct Ready luminaire with integrated wireless communications to be used with InterAct gateways, sensors and software.

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo		70	70	50	50	30	70	50	50	30		
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30		
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
			2H	3H	4H	6H	8H	12H	2H	3H	4H	6H
2H	2H	2H	23.2	24.2	23.5	24.4	24.6	23.2	24.2	23.5	24.4	24.6
	3H	3H	23.1	24.0	23.4	24.2	24.5	23.1	24.0	23.4	24.2	24.5
	4H	4H	23.1	23.8	23.4	24.1	24.4	23.1	23.8	23.4	24.1	24.4
	6H	6H	23.0	23.7	23.3	24.0	24.3	23.0	23.7	23.3	24.0	24.3
	8H	8H	23.0	23.6	23.3	23.9	24.2	23.0	23.6	23.3	23.9	24.2
4H	2H	2H	22.9	23.6	23.3	23.9	24.2	22.9	23.6	23.3	23.9	24.2
	3H	3H	23.2	24.0	23.5	24.2	24.5	23.2	24.0	23.5	24.2	24.5
	4H	4H	23.1	23.7	23.4	24.1	24.4	23.1	23.7	23.4	24.1	24.4
	6H	6H	23.0	23.6	23.4	23.9	24.3	23.0	23.6	23.4	23.9	24.3
	8H	8H	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2
8H	2H	2H	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1
	3H	3H	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1
	4H	4H	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1
	6H	6H	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
	8H	8H	22.8	23.1	23.3	23.6	24.0	22.8	23.1	23.3	23.6	24.0
12H	2H	2H	22.8	23.0	23.3	23.5	24.0	22.8	23.0	23.3	23.5	24.0
	3H	3H	22.9	23.3	23.3	23.7	24.1	22.9	23.3	23.3	23.7	24.1
	4H	4H	22.8	23.1	23.3	23.6	24.0	22.8	23.1	23.3	23.6	24.0
	6H	6H	22.8	23.1	23.3	23.6	24.0	22.8	23.1	23.3	23.6	24.0
	8H	8H	22.8	23.0	23.2	23.5	24.0	22.8	23.0	23.2	23.5	24.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.9 / -2.1					+0.9 / -2.1					
S = 1.5H		+2.4 / -6.7					+2.4 / -6.7					
S = 2.0H		+4.2 / -12.8					+4.2 / -12.8					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección		4.3					4.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1100lm Flujo luminoso total												



**PHILIPS RC134B PSD W60L60 1 xLED27S/840 OC / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



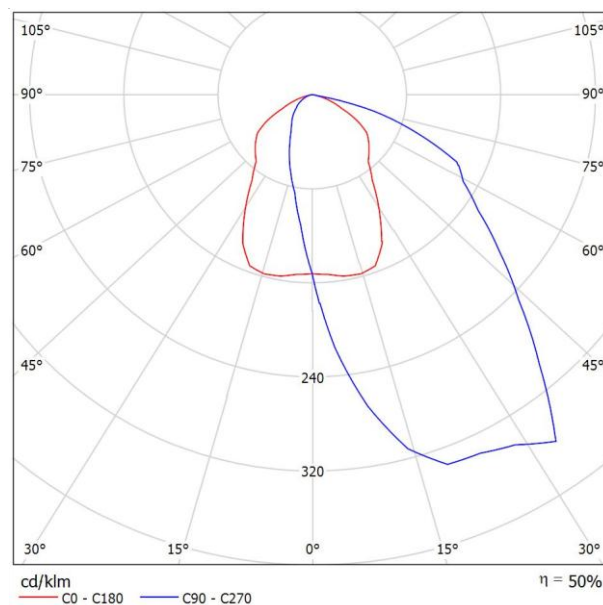
Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 75 95 99 100 100

CoreLine Recessed – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Recessed range of LED products can be used to replace functional luminaires in general lighting applications. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it’s a simple switch. InterAct Ready luminaire with integrated wireless communications to be used with InterAct gateways, sensors and software.

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ	Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ	Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ	Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H		16.0	16.9	16.3	17.1	17.3	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	3H		16.1	17.0	16.4	17.2	17.5	16.0	16.9	16.3	17.1	17.4
	4H		16.1	16.9	16.5	17.2	17.5	16.1	16.9	16.4	17.2	17.5
	6H		16.2	16.9	16.5	17.2	17.5	16.2	17.0	16.6	17.3	17.6
	8H		16.2	16.9	16.5	17.2	17.5	16.3	17.0	16.6	17.3	17.6
	12H		16.2	16.8	16.5	17.2	17.5	16.3	17.0	16.7	17.3	17.6
4H	2H		16.0	16.8	16.4	17.1	17.4	15.9	16.7	16.2	16.9	17.2
	3H		16.2	16.9	16.6	17.2	17.5	16.2	16.9	16.6	17.2	17.5
	4H		16.3	16.9	16.7	17.2	17.6	16.4	17.0	16.8	17.3	17.6
	6H		16.4	16.9	16.8	17.3	17.7	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
	8H		16.4	16.9	16.9	17.3	17.7	16.6	17.1	17.1	17.5	17.9
	12H		16.5	16.9	16.9	17.3	17.7	16.7	17.1	17.1	17.5	17.9
8H	4H		16.3	16.8	16.8	17.2	17.6	16.4	16.8	16.8	17.2	17.6
	6H		16.5	16.8	16.9	17.3	17.7	16.6	17.0	17.1	17.4	17.9
	8H		16.5	16.8	17.0	17.3	17.8	16.7	17.1	17.2	17.5	18.0
	12H		16.6	16.8	17.1	17.3	17.8	16.8	17.1	17.3	17.6	18.1
	4H		16.3	16.7	16.8	17.1	17.5	16.4	16.8	16.8	17.2	17.6
	8H		16.5	16.8	16.9	17.2	17.7	16.6	16.9	17.1	17.4	17.8
12H	4H		16.3	16.7	16.8	17.1	17.5	16.4	16.8	16.8	17.2	17.6
	6H		16.5	16.8	16.9	17.2	17.7	16.6	16.9	17.1	17.4	17.8
	8H		16.5	16.8	17.0	17.3	17.8	16.7	17.0	17.2	17.5	18.0
	2H		16.0	16.9	16.3	17.1	17.3	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	3H		16.1	17.0	16.4	17.2	17.5	16.0	16.9	16.3	17.1	17.4
	4H		16.1	16.9	16.5	17.2	17.5	16.1	16.9	16.4	17.2	17.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H			+1.2 / -1.9				+1.1 / -1.5					
S = 1.5H			+2.9 / -3.2				+2.3 / -2.5					
S = 2.0H			+4.6 / -4.2				+3.9 / -3.1					
Tabla estándar			BK01				BK02					
Sumando de corrección			-1.6				-1.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2700lm Flujo luminoso total												

**PHILIPS QBR600 C 1xHAL-TDC200W / Hoja de datos de luminarias**

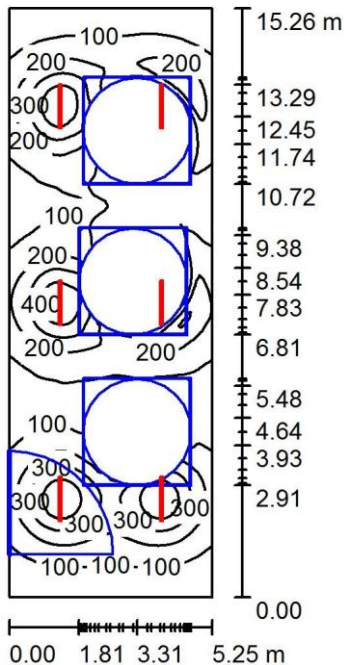
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 53 83 98 100 50

FBR/MBR/QBR600 Odyssey Recessed luminaire for compact fluorescent PL-C, MASTER Colour CDM-TD and halogen Plusline lamps dedicated to general lighting with an asymmetrical light distribution for indoor applications.

## Mezcladora / Resumen



Valores en Lux, Escala 1:196

Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	136	36	172	/	/
Suelo	29	17	46	10	1.46
Techo	11	48	59	80	15
Pared 1	34	24	58	32	5.90
Pared 2	40	24	64	32	6.51
Pared 3	32	22	54	32	5.55
Pared 4	48	24	73	32	7.41

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.183 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.063 (1:16)

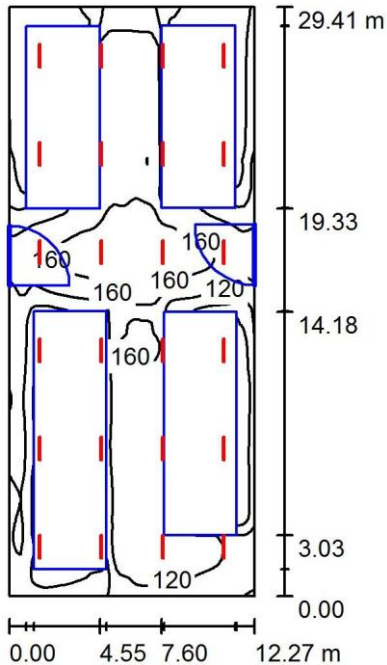
### Lista de piezas - Luminarias

N.º	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0

Total: 21600 Total: 21600 216.0

Valor de eficiencia energética:  $2.69 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $80.19 \text{ m}^2$ )

## Bodega I Producto Terminado / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:378

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	76	38	114	/	/
Suelo	36	21	57	20	3.65
Techo	9.76	64	74	70	16
Pared 1	43	36	78	50	12
Pared 2	51	36	87	50	14
Pared 3	35	35	70	50	11
Pared 4	50	35	85	50	14

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.125 (1:8)

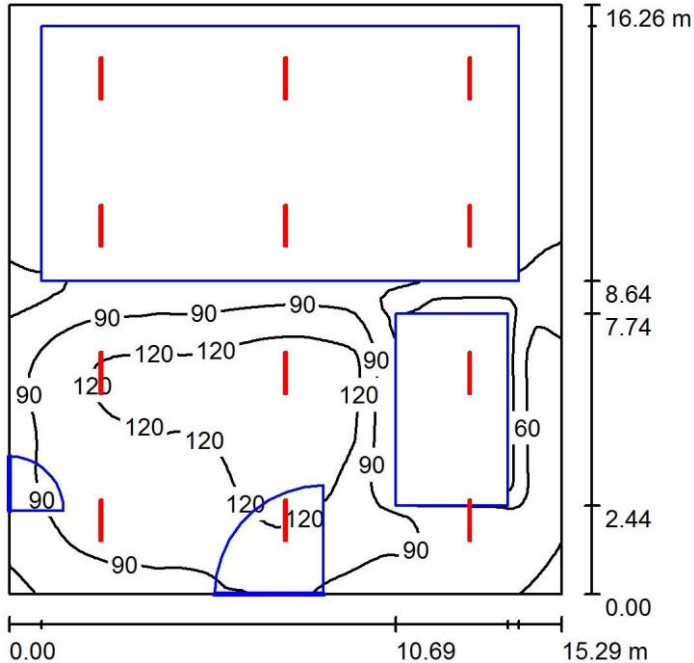
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.075 (1:13)

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 86400	Total: 86400	864.0

Valor de eficiencia energética:  $2.39 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $360.79 \text{ m}^2$ )

## Bodega II Producto Terminado / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:209

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	59	23	82	/	/
Suelo	28	12	40	20	2.52
Techo	7.46	43	50	70	11
Pared 1	37	22	58	32	5.96
Pared 2	36	22	58	32	5.91
Pared 3	22	22	43	32	4.42
Pared 4	35	22	57	32	5.78

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.086 (1:12)

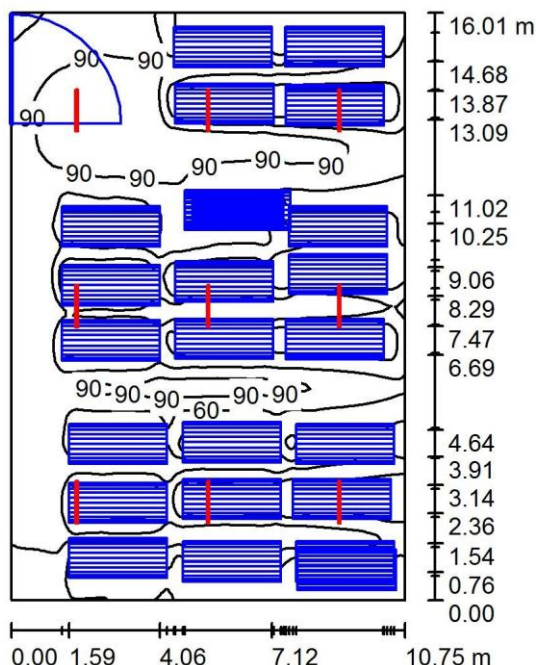
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.050 (1:20)

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 43200	Total: 43200	432.0

Valor de eficiencia energética:  $1.74 \text{ W/m}^2 = 2.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $248.63 \text{ m}^2$ )

## Bodega Añejamiento I / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:206

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	52	8.84	61	/	/
Suelo	26	6.01	32	20	2.07
Techo	7.80	13	21	70	4.63
Pared 1	29	9.68	39	32	3.95
Pared 2	42	9.62	52	32	5.28
Pared 3	31	13	43	32	4.41
Pared 4	45	11	57	32	5.76

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.059 (1:17)

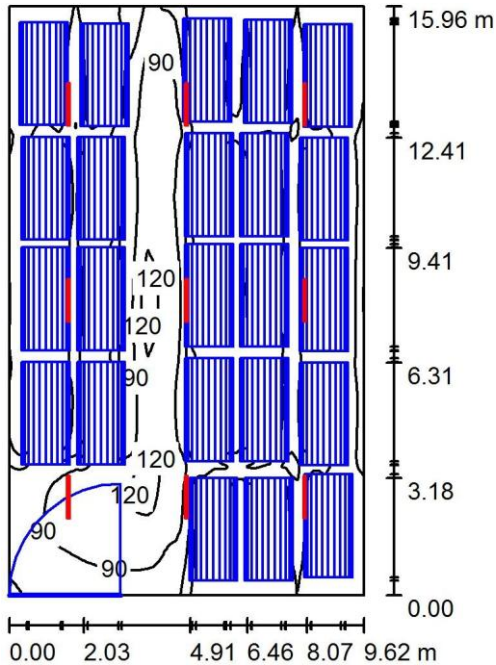
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.031 (1:33)

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 32400	Total: 32400	324.0

Valor de eficiencia energética:  $1.88 \text{ W/m}^2 = 3.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 172.12)

## Bodega Añejamiento II / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	45	8.04	53	/	/
Suelo	19	4.28	23	20	1.48
Techo	8.65	15	24	70	5.37
Pared 1	32	12	43	32	4.43
Pared 2	45	11	55	32	5.65
Pared 3	31	11	42	32	4.25
Pared 4	45	12	58	32	5.86

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.029 (1:35)

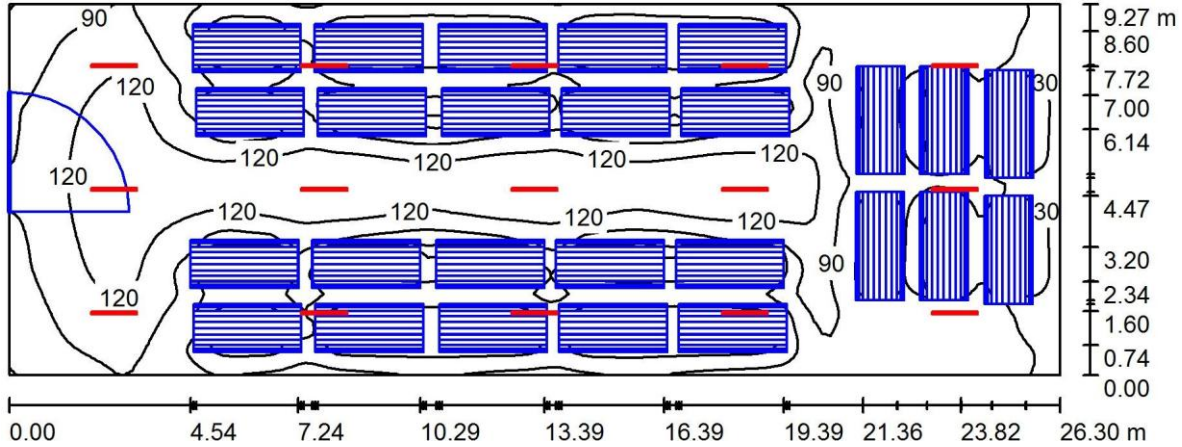
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.011 (1:89)

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
Total:			32400	32400	324.0

Valor de eficiencia energética: 2.11 W/m<sup>2</sup> = 4.00 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 153.49 m<sup>2</sup>)

## Bodega Añejamiento III / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:189

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	69	13	82	/	/
Suelo	40	8.83	48	20	3.08
Techo	9.02	17	26	70	5.70
Pared 1	53	13	66	32	6.73
Pared 2	36	12	49	32	4.95
Pared 3	52	13	66	32	6.68
Pared 4	38	17	55	32	5.62

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.080 (1:13)

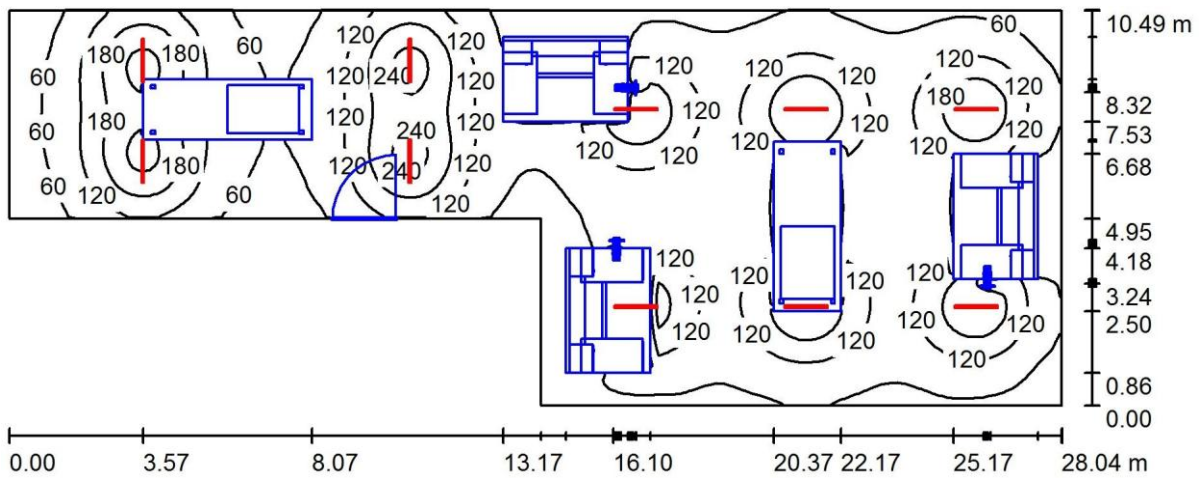
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.045 (1:22)

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 54000	Total: 54000	540.0

Valor de eficiencia energética:  $2.22 \text{ W/m}^2 = 2.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $243.79 \text{ m}^2$ )





Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m,  
Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:201

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	91	18	109	/	/
Suelo	64	15	79	20	5.04
Techo	6.63	20	27	70	5.97
Pared 1	40	19	59	32	5.99
Pared 2	8.75	9.00	18	32	1.81
Pared 3	35	15	51	32	5.15
Pared 4	25	13	38	32	3.91
Pared 5	40	17	56	32	5.74
Pared 6	29	17	46	32	4.71

Simetrías en el plano útil

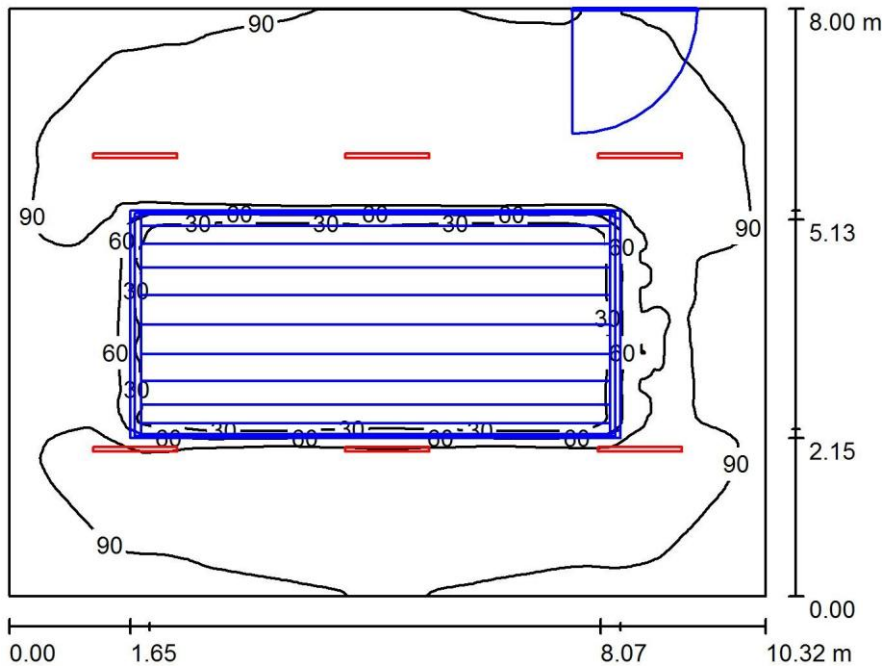
$E_{\min} / E_m$ : 0.056 (1:18)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.023 (1:43)

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 36000	Total: 36000	360.0

Valor de eficiencia energética:  $1.61 \text{ W/m}^2 = 1.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $223.84 \text{ m}^2$ )



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	55	20	75	/	/
Suelo	45	19	64	20	4.07
Techo	11	37	47	70	11
Pared 1	49	27	76	32	7.74
Pared 2	43	24	67	32	6.81
Pared 3	52	26	78	32	7.91
Pared 4	43	22	65	32	6.65

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.071 (1:14)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.045 (1:22)

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS WT060C L1200 LED36S/840 (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 21600	Total: 21600	216.0

Valor de eficiencia energética:  $2.62 \text{ W/m}^2 = 3.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $82.54 \text{ m}^2$ )