



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

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

**TITULO:**

“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO”.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

**AUTORES:**

LEMA VELA LUIS EDUARDO

ZAPATA MOLINA ALEX PATRICIO

**TUTOR:**

ING. XAVIER ALFONSO PROAÑO

LATACUNGA – ECUADOR

2017

## 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 Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Luis Eduardo Lema Vela y Alex Patricio Zapata Molina con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO”**, 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, septiembre del 2016

Para constancia firman:

**Lector 1**  
Ing. Vicente Quispe  
CC: 050291801-4

**Lector 2**  
Ing. Ángel León  
CC: 050204135-3

**Lector 3**  
Ing. Carlos Saavedra  
CC: 180224842-5



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros **Lema Vela Luis Eduardo** con C.I 050364737-2 y **Zapata Molina Alex Patricio** con C.I 050363818-1 declaramos ser autor (es) del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO”**, siendo el **Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado** director (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Lema Vela Luis Eduardo

C.I.050364737-2

Zapata Molina Alex Patricio

C.I. 050363818-1



## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO”**, de **Lema Vela Luis Eduardo** y **Zapata Molina Alex Patricio**, 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 Honorable Consejo Académico 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 del 2016

El Tutor

Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN**

En calidad de Director Técnico de la empresa “Molinos Poulthier S.A”, a petición verbal de los interesados, certifico que:

Los señores Luis Eduardo Lema Vela, portador de la cédula de ciudadanía 050364737-2 y Alex Patricio Zapata Molina, portador de la cédula de ciudadanía 050363818-1, realizaron el Trabajo Investigativo de grado con el tema:

**“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A”  
PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO.”**

Bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la empresa.

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

Latacunga, 06 de Febrero del 2017

Atentamente:



**FIRMA AUTORIZADA**  
**Tnlgo. Daniel Rivero**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, por su bondad, y por concedernos la oportunidad de estudiar y cumplir con nuestras metas, por su generosidad y bendiciones que nos ha brindado y lograr un sin número de sueños personales en nuestras vidas.

Un agradecimiento afectuoso, para nuestros padres, que, con su esfuerzo constante, su compañía permanente, su amistad sincera y más aún por su amor incondicional, que somos muy afortunados de tener, no hubiera sido posible lograr culminar esta ETAP a de nuestra vida.

A los trabajadores de la empresa “Molinos Poulter S.A” en especial a los Ingenieros Daniel Rivero y Galo López por facilitarnos la información necesaria para la investigación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus profesores por habernos proporcionado los conocimientos, medios y las herramientas necesarias para un aprendizaje integral como profesionales y seres humanos, para servir a nuestra patria y a la sociedad. Dedicamos un agradecimiento especial a nuestro Director del Proyecto de Investigación Ing. Xavier Proaño.

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación va dedicado.

A Dios, A mi familia por su comprensión y amor para poder así culminar esta meta más de mi vida.

A mis padres quienes fueron los maestros de mi formación personal, por el apoyo incondicional que me han brindado durante todo el tiempo de mi vida institucional.

A las personas que siempre estuvieron hay para darme ánimos para no desmayar y culminar mi objetivo.

**Luis.**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación está dedicado a dios por darme la vida, a mis padres, hermanos y familiares quienes son el pilar fundamental ya que gracias al apoyo incondicional que me han brindado tengo la oportunidad de continuar con mis estudios, a mis amigos por sus buenos deseos, a nuestro Tutor del Proyecto de Investigación Ing. Xavier Proaño quien nos ha compartido sus conocimientos y ha estado pendiente de nuestros avances el cual ha sido un aporte fundamental para el desarrollo de nuestro proyecto.

**Alex.**

## ÍNDICE

### CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
6. OBJETIVOS.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	8
Aspectos legales.....	8
Calidad de energía.....	8
Demanda Eléctrica.....	9
Carga instalada.....	9
Demanda máxima y carga instalada.....	10
Estimación de cargas.....	10
Estudio y Análisis de mediciones.....	10
Porcentaje de regulación de Voltaje.....	11
Porcentaje de regulación de Potencia.....	11
Penalización por bajo factor de potencia.....	12
Cálculo de Reactancia Inductiva.....	12
Cálculo de caída de voltaje.....	13
Límites de caídas de voltaje en conductores.....	14
Cálculo de Corriente de cortocircuito.....	15
Cálculo de Rendimiento del transformador.....	15
Cálculo de Rendimiento de motores.....	15
Cálculo de Pérdidas de potencia.....	15
Cálculo de Pérdidas de Energía.....	16
Factores Eléctricos.....	16
Factor de Utilización.....	16

Factor de Carga .....	17
Factor de Demanda .....	17
Factor de Simultaneidad.....	18
Factor de Potencia.....	18
Pérdidas en los Transformadores .....	19
Transformador .....	20
Simulación del sistema.....	21
Descripción del Programa ETAP.....	22
Funcionalidad del programa ETAP .....	22
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	23
Variables independientes .....	23
Variables dependientes.....	24
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	25
Tipos de investigación.....	25
Investigación descriptiva.....	25
Investigación propositiva .....	25
Diseño de la investigación .....	25
Métodos .....	26
Inductivo – deductivo .....	26
Analítico y sintético .....	26
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	27
Descripción de la empresa “Molinos Poulter S.A” .....	27
Descripción del sistema eléctrico de la planta.....	27
Mediciones realizadas .....	28
Levantamiento de carga .....	28
Diagrama Unifilar de Empresa “Molinos Poulter S.A”.....	31
Curvas de Carga Típica Transformador de 800 KVA molino de trigo.....	32
Potencia activa de un día típico.....	33
Resumen de voltajes y factor de potencia del transformador del molino de trigo .....	35
Interpretación de resultados .....	35
Curvas de Carga Típica del Transformador de 800 KVA molino de maíz .....	36

Potencia activa de un día típico.....	37
Resumen de voltajes y factor de potencia del transformador del molino de maíz .....	39
Interpretación de resultados .....	39
Curvas de Carga Típica del Transformador de 50 KVA iluminación.....	40
Potencia activa de un día típico.....	40
Resumen de voltajes y factor de potencia del transformador de iluminación.....	42
Interpretación de resultados .....	43
Pérdidas en los transformadores de la subestación de la empresa “Molinos Poulitier S.A”	47
Pérdidas en vacío.....	47
Pérdidas bajo carga .....	47
Cálculo de pérdidas totales de energía de los transformadores instalados en la empresa “Molinos Poulitier S.A” .....	48
Desde el Transformador – Tableros Generales.....	56
Desde Tableros Generales - Sub Tableros.....	56
Desde Tableros Generales – Cargas de Trigo (800KVA) .....	57
Desde Tableros Generales – Cargas de Maíz (800KVA) .....	62
Desde Tableros Generales – Cargas de Iluminación (50KVA) .....	67
Simulación del sistema eléctrico actual en el programa ETAP 12.6.0 .....	69
Resumen de factor de potencia y caídas de voltaje en ramas.....	70
Simulación de la demanda eléctrica proyectando un 2%.....	80
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	83
Impactos técnicos .....	83
Impactos económicos .....	83
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....	84
Propuesta .....	84
Transformadores de la empresa “Molinos Poulitier S.A” .....	84
Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa “Molinos Poulitier S.A” en base a la simulación en el programa ETAP .....	84
Cálculo del banco de capacitores para el transformador T4 Iluminación .....	85
Método I Cálculo de la compensación de potencia reactiva a partir de los datos de la planilla de consumo de energía .....	85
Simulación de la propuesta en el programa ETAP .....	91

Costo de materiales para el banco de capacitores para el transformador T4 Iluminación .	98
Análisis económico.....	100
Análisis económico para la corrección del factor de potencia mediante un banco de condensadores automático .....	101
Cálculo del valor presente (VP) de los costos de inversión .....	102
Cálculo del VP1 costos de inversión .....	102
Cálculo del VP2 costos de operación y mantenimiento.....	103
Cálculo del VP3 costo de reposición de una unidad .....	103
Cálculo del VP4 costo de retiro de la unidad al final de su vida útil .....	103
Cálculo del VP total de los costos de inversión .....	103
Cálculo del valor presente de las penalizaciones .....	104
Determinación del Valor Presente Neto VPN .....	104
Relación Beneficio/Costo .....	104
Resumen de resultados .....	105
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	105
Conclusiones.....	105
Recomendaciones.....	107
15. BIBLIOGRAFÍAS.....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Área de conocimiento.....	2
Tabla 2: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	7
Tabla 3: Porcentaje de regulación de voltaje.....	11
Tabla 4: Constante k según el número de hilos .....	13
Tabla 5: Indica los factores de demanda para cada agrupación de motores.....	17
Tabla 6: Indica los factores de simultaneidad de un sistema.....	18
Tabla 7: Formulas de pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores.....	19
Tabla 8: Variables independientes.....	23
Tabla 9: Variables dependientes.....	24
Tabla 10: Tiempos de medición de transformadores.....	28
Tabla 11: Carga total instalada a cada transformador en (KW) .....	29
Tabla 12: Carga total instalada en los transformadores.....	30
Tabla 13: Datos generales del transformador T1 Trigo.....	32
Tabla 14: Potencia activa del transformador del molino de trigo .....	33
Tabla 15: Resumen de factor de potencia y voltajes T1 .....	35
Tabla 16: Datos generales de transformador T2 Maíz .....	36
Tabla 17: Potencia activa del transformador del molino de maíz .....	37
Tabla 18: Resumen de factor de potencia y voltajes T2.....	39
Tabla 19: Datos generales de transformador T4 Iluminación .....	40
Tabla 20: Potencia activa del transformador de iluminación .....	40
Tabla 21: Resumen de factor de potencia y voltajes T4.....	42
Tabla 22: Pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores .....	48
Tabla 23: Pérdidas totales de energía en transformadores .....	48
Tabla 24: Horas laborales en la Empresa Molinos Poulter S.A .....	52
Tabla 25: Potencia en los Sub tableros con factor de simultaneidad.....	55
Tabla 26: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los transformadores a los tableros principales.....	56
Tabla 27: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a los sub tableros .....	56
Tabla 28: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a las cargas del molino de trigo .....	57
Tabla 29: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a las cargas del molino de maíz.....	62

Tabla 30: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a las cargas de iluminación.....	67
Tabla 31: Resumen de resultados Críticos del sistema Actual.....	68
Tabla 32: Resumen de caídas de voltaje en ramas .....	70
Tabla 33: Consumo Histórico de Energía KW/H.....	76
Tabla 34: Proyección por meses.....	77
Tabla 35: Consumos históricos.....	78
Tabla 36: Demanda eléctrica proyectando el 2% de crecimiento .....	80
Tabla 37: Caídas de voltaje Críticas de los conductores .....	84
Tabla 38: Resumen de factor de potencia, caídas de voltaje de los transformadores y conductores con la propuesta.....	92
Tabla 39: Costo de materiales para el banco de capacitores .....	98
Tabla 40: Costo de instalación .....	98
Tabla 41: Costo de operación y mantenimiento .....	98
Tabla 42: Costo de retiro del equipo .....	99
Tabla 43: Costo de reposición de una unidad.....	99
Tabla 44: Resumen de costos de banco de capacitores. ....	99
Tabla 45: Resumen de costos de cambio de conductores.....	99
Tabla 46: Resumen general de la propuesta .....	99
Tabla 47: Resumen facturas grandes clientes.....	100
Tabla 48: Indicadores de rentabilidad .....	105

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de caída de voltajes de un sistema eléctrico .....	14
Gráfico 2: Diagrama unifilar de un sistema eléctrico.....	22
Gráfico 3: Carga total instalada (KVA).....	30
Gráfico 4: Potencia activa del transformador del molino de trigo .....	34
Gráfico 5: Potencia activa, reactiva y aparente del transformador del molino de trigo .....	34
Gráfico 6: Potencia activa del transformador del molino de maíz .....	38
Gráfico 7: Potencia activa, reactiva y aparente del transformador del molino de maíz.....	38
Gráfico 8: Potencia activa del transformador de iluminación .....	41
Gráfico 9: Potencia activa, reactiva y aparente del transformador de iluminación.....	42
Gráfico 10: Curva parabólica del Transformador Trigo.....	45
Gráfico 11: Curva parabólica del Transformador Maíz .....	46
Gráfico 12: Curva parabólica del Transformador Iluminación .....	46
Gráfico 13: Simulación del sistema eléctrico de la empresa “Molinos Poulter S.A” .....	68
Gráfico 14: Proyección de la demanda.....	77
Gráfico 15: Consumos empresa “Molinos Poulter S.A” .....	78
Gráfico 16: Proyección de la demanda en ETAP 12.6.0.....	81
Gráfico 17: Perfil de consumo de potencia reactiva.....	87
Gráfico 18: Perfil de consumo de potencia activa.....	88
Gráfico 19: Simulación de la propuesta .....	90
Gráfico 20: Flujo de caja durante la vida útil del banco de condensadores . .....	100

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO.”

**Autor/es:** Lema Vela Luis Eduardo

Zapata Molina Alex Patricio

## RESUMEN

Este proyecto se realizó con el propósito de determinar el grado de cargabilidad de cada uno de los transformadores de la empresa “Molinos Poulthier S.A” para lo cual se analizó el sistema eléctrico de la empresa en los transformadores que se encuentran en la subestación con el fin de mejorar la calidad de la energía y proponer alternativas para mejorar la calidad del servicio eléctrico.

Se instaló el analizador de carga en los 3 transformadores los cuales están distribuidos de la siguiente manera, el transformador 1 alimenta al molino de trigo, el transformador 2 alimenta al molino de maíz, el transformador 3 es exclusivamente para iluminación, adicional existe un transformador utilizado para servicios auxiliares en el cual no se realizó el análisis ya que no se encuentra conectado a la red, después de ello se procedió con el análisis de las mediciones, mediante el cual se determinó entre los principales parámetros las Potencias activas y reactivas, voltajes, factor de potencia de cada transformador con sus curvas correspondientes, con los datos obtenidos se plantea alternativas para mejorar el sistema eléctrico de la empresa.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF APPLIED AND ENGINEERING SCIENCE

**TITLE:** ANALYSIS OF ELECTRIC DEMAND IN THE COMPANY “MOLINOS POULTIER S.A” TO DETERMINATE THE CHARGEABILITY OF THE ELECTRIC SYSTEM.

**Author/s:** Lema Vela Luis Eduardo

Zapata Molina Alex Patricio

## ABSTRACT

This project was conducted in order to determine the transformers' degree of chargeability in “Molinos Poultry S.A” Company. Therefore, the electrical system of the company is analyzed in transformers which are at the substation in order to improve energy and propose more alternatives to improve the electrical service.

It was installed a charge analyzer with three different transformers which are distributed in the following way: The first transformer feeds the wheat mill, the second one feeds the corn mill and the third one is exclusively for lighting. There is an additional transformer which is used for auxiliary services, in which the analysis was not performed because it is not connected to the network, thereafter it proceeded with the analysis of the measurements, whereby active and reactive powers determined between the main parameters, voltages, power factor of each transformer with corresponding curves, with data obtained arises alternatives to improve the electrical system of the company.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de proyecto de titulación II al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados: **Luis Eduardo Lema Vela** y **Alex Patricio Zapata Molina** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, cuyo título versa “**ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO.**” lo realizaron bajo mi supervisión y cumple como una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estima conveniente.

Latacunga, 06 de Febrero del 2017

Atentamente:

Lic. Jackeline Herrera  
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS  
C.C.050227703-1

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO”.

### **Fecha de inicio:**

19 de octubre del 2015

### **Fecha de finalización:**

22 de Julio del 2016

### **Lugar de ejecución:**

Provincia de Cotopaxi, Empresa “MOLINOS POULTIER S.A”

### **Facultad que auspicia**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

### **Equipo de Trabajo:**

- Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado Mg. C.

### **Coordinadores del proyecto**

- Luis Eduardo Lema Vela.
- Alex Patricio Zapata Molina.

## Área de conocimiento

**Tabla 1:** Área de conocimiento

<b>Eléctrica</b>	Suministro eléctrico y automatización industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelación y simulación de procesos industriales</li> <li>• Automatización industrial</li> <li>• Seguridad industrial y medio ambiente laboral</li> <li>• Producciones más limpias</li> <li>• Accionamiento automatizado</li> <li>• Construcción de equipamiento tecnológico</li> <li>• Elaboración de proyectos</li> <li>• Mantenimiento eléctrico</li> <li>• Sistemas de iluminación</li> <li>• Optimización de procesos y equipos</li> </ul>
	Explotación y diseño de sistemas eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación convencional y no convencional</li> <li>• Análisis y diseño de sistemas eléctricos</li> <li>• Construcción e implementación de sistemas eléctricos</li> <li>• Protecciones eléctricas y fiabilidad de sistemas</li> <li>• Aplicaciones de energías alternativas</li> <li>• Uso eficiente de la energía eléctrica</li> <li>• Operación, control y mantenimiento de sistemas eléctricos</li> <li>• Auditoria y gestión energética</li> <li>• Calidad de energía</li> <li>• Compensación de energía reactiva</li> </ul>

**Realizado por:** Los Postulantes

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La empresa “Molinos Poulthier S.A” se encuentra ubicada en la Provincia de Cotopaxi Cantón Latacunga es una de las más grandes a nivel Provincial y pionera en la producción de harinas de maíz, trigo para lo cual requiere tener un sistema, continuo y de alta calidad.

Una de las áreas más afectadas es la correspondiente a los molinos de trigo cuyo transformador es de 800 KVA y cuentan con equipos de potencias muy elevadas la cual exige mucho más al transformador en cuanto a su funcionamiento, cabe resaltar que es una carga que no es constante y en cuanto a lo económico la empresa paga mucho más dinero a la distribuidora.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el análisis de la demanda eléctrica para determinar la cargabilidad del sistema eléctrico en la empresa “Molinos Poulthier S.A” ubicada en el cantón Latacunga.

Actualmente la empresa cuenta con 3 transformadores 2 de 800 KVA para la parte de los molinos el cual es de vital importancia para las labores que ellos desempeñan, adicional cuentan con un tercer transformador de 50 KVA para la parte de iluminación.

El análisis de la demanda eléctrica nos permitirá conocer el estado actual en cuanto a la cargabilidad de los transformadores, con el respectivo comportamiento de cada una de las cargas, el propósito es tener una mejor eficiencia y producción, para lo cual se conectó el analizador de carga instrumento que nos proporciona datos como estado actual de la carga, factor de potencia, contenido de armónicos, entre otros.

En base a los datos obtenidos por el analizador de carga se podrá tener resultados de voltajes, corrientes, factor de potencia, porcentaje de pérdidas, grado de cargabilidad en transformadores, caídas de voltaje, etc. El cual permitirá dar un criterio técnico en cuanto a propuestas de mejora.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la empresa “Molinos Poulthier S.A” cuenta con una gran aceptación a nivel nacional, motivo por el cual incrementa su producción anualmente, para lo cual es necesario realizar un análisis de la demanda eléctrica para determinar el grado de cargabilidad del sistema, ya que en muchas ocasiones se dan paradas inesperadas en su funcionamiento.

Los principales inconvenientes se dan en la parte de los transformadores correspondientes a los molinos generalmente en esta área se realiza constantes mantenimientos debido a que se transforma la materia prima en un producto elaborado y requiere que el transformador este en constante funcionamiento.

El trabajo de investigación consiste en brindar a la empresa en estudio, una propuesta de mejora del sistema eléctrico, cuyos parámetros se encuentren dentro de los límites permitidos, como también un diagnóstico del estado real de las cargas, incluyendo el análisis de cargabilidad de la planta en donde se transforma la materia prima en un producto terminado como son las harinas, así como también se plantea la propuesta para incluir un banco de capacitores en el transformador de iluminación ya que se determinó que existe bajo factor de potencia, el cual influye en el pago mensual de la planilla, como también en la calidad de producto de la empresa.

Art. 23.- “Sin perjuicio de los derechos establecidos en esta constitución y en los instrumentos internacionales vigentes, el Estado reconocerá y garantizará a las personas los siguientes”. 7.) El derecho a disponer de bienes y servicios de calidad.

También es menester citar lo que indica el capítulo V en la sección tercera donde trata acerca de los derechos de los consumidores.

Art. 92.- “La ley establecerá los mecanismos de control de calidad los procedimientos de defensa del consumidor, la reparación e indemnización por deficiencias, daños y mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos no ocasionados por catástrofes, caso fortuito o fuerza mayor y las sanciones por la violación de estos derechos”.

El presente proyecto se lo realizo tomando en cuenta las regulaciones ARCONEL 004/01 con respecto a la calidad del producto, y además normas internacionales vigentes con respecto al análisis de la demanda eléctrica. Por lo antes mencionado es viable su ejecución.

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

Con la realización del “ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A” PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO” los beneficiarios de forma directa son los propietarios y accionistas de la empresa y en principal el personal técnico quienes desempeñen las respectivas maniobras los cuales dispondrán datos de los parámetros eléctricos con sus respectivos límites permitidos de cada uno de sus circuitos que permitirán una rápida ejecución, funcionamiento óptimo de las instalaciones eléctricas y permitan realizar una maniobra de manera más segura.

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

El proyecto de investigación se realizó en la empresa “Molinos Poulthier S.A” perteneciente a la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga el cual se encuentra dentro de la zona de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.

Una de las causas más importantes para la realización del proyecto, es el desconocimiento por parte del personal de la empresa, del grado de cargabilidad de los 3 transformadores de las sub estación, lo cual puede ocasionar pérdidas, las cuales afectan a los equipos de la empresa, como también ocurrirá un incremento en el pago de la tarifa.

En la actualidad la empresa tiene un crecimiento considerable en su producción esto implica que varias cargas entre en funcionamiento en forma continua, sin duda la máquina que mayor consume es el molino de martillo, el cual está en constante funcionamiento y está expuesta a sufrir daños que ocasiona problemas tanto en la parte técnica como en la economía de la empresa.

Por lo cual es necesario determinar el porcentaje de cargabilidad de los transformadores y determinar el rango de operación en el que se encuentran, considerando los límites permitidos para cada uno de los parámetros eléctricos, al encontrarse los valores fuera de los límites va existir penalizaciones por parte de la empresa distribuidora como también problemas en el normal funcionamiento de los equipos.

Con los datos obtenidos por el analizador de carga se plantea técnicas para mejorar el sistema de la empresa “Molinos Poulter S.A”.

Desconocimiento del porcentaje de cargabilidad, caídas de voltaje en condiciones actuales, en los transformadores, cargas del sistema eléctrico de la empresa “Molinos Poulter S.A”.

## **6. OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la cargabilidad del centro de transformación del sistema eléctrico en la empresa “Molinos Poulter S.A”, mediante el análisis de los datos obtenidos por el analizador de red, para diagnosticar la demanda eléctrica en la empresa.

### **Específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en la empresa “Molinos Poulter S.A” de la ciudad de Latacunga mediante un censo de carga.
- Plantear una mejor propuesta, en base al análisis realizado al transformador de iluminación, para corregir el bajo factor de potencia.
- Utilizar el programa ETAP, para simular el sistema eléctrico, para el análisis de la demanda eléctrica en la empresa.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2:** Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo 1	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Realizar un diagnóstico de la situación actual en la empresa “Molinos Poultier S.A” de la ciudad de Latacunga mediante un censo de carga.	Censo de carga en la empresa “Molinos Poultier S.A”	Determinación de los parámetros eléctricos, potencias, voltajes, factor de potencia teóricos en la empresa.	Resultados obtenidos mediante el censo de carga en la empresa.
Objetivo 2	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Plantear una mejor propuesta, en base al análisis realizado al transformador de iluminación para corregir el bajo factor de potencia.	Mediciones realizadas por el analizador de carga.	Potencias activas, reactivas, factor de potencia, en el transformador de 50 KVA.	Analizador de carga.

Objetivo 3	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Utilizar el programa ETAP, para simular el sistema eléctrico, para el análisis de la demanda eléctrica en la empresa.	Ingreso de parámetros eléctricos para la simulación del sistema eléctrico de la empresa “Molinos Poulitier S.A”	Verificación de los parámetros eléctricos considerando los límites establecidos para cada uno de ellos en base a regulaciones.	Sistema modelado mediante simulación en el Programa ETAP 12.6.0

**Realizado por:** Los Postulantes

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### Aspectos legales

Para la elaboración del presente proyecto de investigación fue importante conocer los aspectos legales, que justifican la ejecución del mismo, para lo cual partimos desde la máxima ley que rige en el país como es la Constitución de la República del Ecuador ya que en varios de los artículos hace referencia a la calidad de la energía eléctrica, como también conocer el principio de funcionamiento de los transformadores los cuales serán el objeto de estudio.

### Calidad de energía

Según la norma IEEE 519 – 1992 define a la calidad de la energía como:

Un problema de calidad de potencia es debido a cualquier variación en el servicio de potencia eléctrica que da lugar al funcionamiento defectuoso o fallo en el equipamiento del usuario tal como, reducción de tensión, sobretensión, transitorios, distorsión armónica y ruido eléctrico.

Del concepto anterior se puede definir como calidad de energía a aquella en donde se puede brindar el suministro a los usuarios sin interrupciones de ningún tipo como armónicos y variaciones de voltaje.

Es indispensable el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica ya que son componentes fundamentales para el futuro del desarrollo sustentable del sector energético ecuatoriano, mismo que se ha visto afectado por el alto crecimiento de la demanda de energía eléctrica y el poco interés en el campo de la producción de la misma.

### **Demanda Eléctrica**

La demanda eléctrica es una medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de sus instalaciones en intervalos de 15 minutos. En general, mientras más aparatos eléctricos se encuentren funcionando al mismo tiempo, mayor es la demanda.

En el caso de la potencia reactiva, se requiere además controlar este parámetro para efectos de la compensación reactiva y las medidas de control.

Por lo tanto, todas las instalaciones tienen cierta demanda en cualquier instante del tiempo.

Para el sistema de facturación de las empresas distribuidoras en el Ecuador, la más importante de todas las demandas, en una instalación, es la máxima ocurrida en el periodo de un mes y sostenida como mínimo durante 15 minutos.

El equipo encargado de registrar la demanda máxima es el medidor de demanda máxima, el cual registra la potencia demandada por la instalación, cada 15 minutos, de manera ininterrumpida.

Una vez tomada la lectura mensual de la demanda máxima, el personal de la empresa distribuidora reajusta a cero para iniciar un nuevo periodo de registro, actualmente los medidores digitales realizan este procedimiento de manera automática.

### **Carga instalada**

Según Velasco, G. la carga instalada: “corresponde a la suma aritmética de las potencias de todos los equipos que existen en el interior de una instalación” (pag.31). Esta carga instalada se la describe en el momento que el abonado hace su solicitud para el servicio del suministro de electricidad.

En las instalaciones de la empresa “Molinos Poulter S.A” se cogió datos de todas las cargas correspondiente a cada área esto se conoce como censo de carga.

### **Demanda máxima y carga instalada**

Hussein (2005) afirma que En una instalación eléctrica la demanda máxima en un instante de tiempo es equivalente a la máxima coincidencia de cargas operando simultáneamente. La carga instalada corresponde suma de los valores nominales de consumo de todas las cargas conectadas. (p.50). En base a este dato se dimensionan los valores nominales de los equipos de protección y los calibres de acometidas o alimentadores. Este valor viene reflejado generalmente en Kilovoltampere (KVA), Caballos de Potencia o vatios (W).

### **Estimación de cargas**

De acuerdo con Gil Schemel (2006) “Para el diseño de las instalaciones eléctricas un paso fundamental es la estimación de la carga que va a ser alimentada.” Este dato acarrea el dimensionamiento apropiado de todos los elementos que son usados para la alimentación y el costo general de la instalación.

La carga medida en un intervalo de tiempo se conoce como la demanda. Existen cargas instantáneas como soldadoras o corriente de arranque de motores, que introducen picos de demanda en cortos lapsos, mientras que el común de los equipos tiene un consumo determinado.

En la industria se usan intervalos de 15, 30 o 60 minutos para la medición de la demanda. La demanda máxima es importante ya que determina el requerimiento eléctrico. Para determinar la demanda máxima se toman en cuenta los siguientes puntos.

- Determinar la carga conectada en la instalación.
- Factores de simultaneidad y de utilización.
- Determinar el consumo de energía en un período específico.
- Verificación del factor de potencia.

### **Estudio y Análisis de mediciones**

Mediante la REGULACIÓN No. ARCONEL - 004/01 se va a realizar el estudio correspondiente para verificar si las mediciones tomadas por el analizador de redes están dentro

de los rangos permitidos, así como su cumplimiento con las normas establecidas por dicha regulación.

### Porcentaje de regulación de Voltaje

El nivel de voltaje se encuentra en los parámetros normales tomando en cuenta que la regulación ARCONEL 004/01 acepta una variación del  $\pm 8\%$  del voltaje nominal.

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

Dónde:

$\Delta V_k$ : Variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

$V_k$ : Voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

$V_n$ : Voltaje nominal en el punto de medición.

Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

**Tabla 3:** Porcentaje de regulación de voltaje

	$\Delta V$
Alto Voltaje	$\pm 5\%$
Medio Voltaje	$\pm 8\%$
Bajo Voltaje Urbanas	$\pm 8\%$
Bajo Voltaje Rurales	$\pm 10\%$

Fuente: Regulación Arconel 004/01

### Porcentaje de regulación de Potencia

Lo cual indica que, en el sistema considerado, un incremento de demanda de 100MW, es decir del 1%, provoca que la frecuencia comience a caer a razón de un 0,05% cada segundo. Si no

actuase algún mecanismo corrector, esta pequeña variación de carga provocar un colapso del sistema en pocos minutos.

Las pérdidas de potencia en las líneas pueden suponer fracciones importantes de la potencia transportada por las mismas, aunque la sección de los conductores se haya calculado con los criterios técnicos apuntados anteriormente.

Estudiaremos a continuación las pérdidas de potencia para el caso de líneas, en distribución monofásica a 220 V y trifásica a 380 V, considerando un factor de potencia medio de 0,8. Las pérdidas de potencia relativa, expresada como porcentaje de la potencia eléctrica transportada por una línea, viene dada por:

$$P_p = 1,14 R I (\%) \text{ distribución monofásica a 220 V.}$$

$$P_p = 0,57 R I (\%) \text{ distribución trifásica a 380 V.}$$

### **Penalización por bajo factor de potencia**

Resolución Nro. ARCONEL 038/15 (2016) “PLIEGO TARIFARIO PARA EMPRESAS ELÉCTRICAS”. La penalización por bajo factor de potencia se incluirá en facturación mensual lo que significa que es un parámetro de vital importancia cumplir los estándares permisibles. Para el cálculo de la penalización de factor de potencia se aplica la siguiente fórmula

$$Bfp = \left( \frac{0,92}{fpr} \right) - 1$$

Asimismo, cualquier sea el tipo de consumidor, cuando el valor medio del factor de potencia es inferior a 0,60, el distribuidor, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

### **Cálculo de Reactancia Inductiva**

“Viakon Conductores” La reactancia inductiva es la oposición o resistencia que ofrecen al flujo de la corriente por un circuito eléctrico cerrado las bobinas o enrollados hechos con alambre de cobre, ampliamente utilizados en motores eléctricos, transformadores de tensión o voltaje y otros dispositivos.

$$L = 2 \times 10^{-7} \times \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)$$

$$XL = 2 \times \pi \times f * L$$

La distancia media geométrica, DMG, para este corte de cables, se calcula de siguiente manera.

$$DMG = \sqrt[3]{a \times b \times c} = \sqrt[3]{2D \times 2D \times 4D} = D\sqrt[3]{16} = 2.52D$$

Dónde:

D= El diámetro exterior de conductor aislado (D), se toma de la tabla de dimensiones. El radio medio Geométrico, RMG, del conductor se ve afectada por su construcción y se calcula como sigue.

$$RMG = r * k$$

Dónde:

r= Radio de conductor aislado, (mm)

k= Constante, en función del número de hilos

**Tabla 4:** Constante k según el número de hilos

Constante k	
k1h	0.779
K7h	0.726
K19h	0.758
K37h	0.768
K61h	0.774
K91h	0.776

Fuente: Conductores Viakon

Radio se define como la siguiente expresión:

$$r = \frac{\emptyset}{2} = \frac{Diametro}{2}$$

### Cálculo de caída de voltaje

“Katraska “La caída de tensión es cuando el voltaje baja por resistencia del conductor o por calentamiento de un conductor por circular más corriente de la que puede soportar y esto produce calentamiento o efecto Joule y cae la tensión. El cálculo de la caída de voltaje se produce a llevar una determinada potencia por circuito dependiendo de distancia su valor varia.

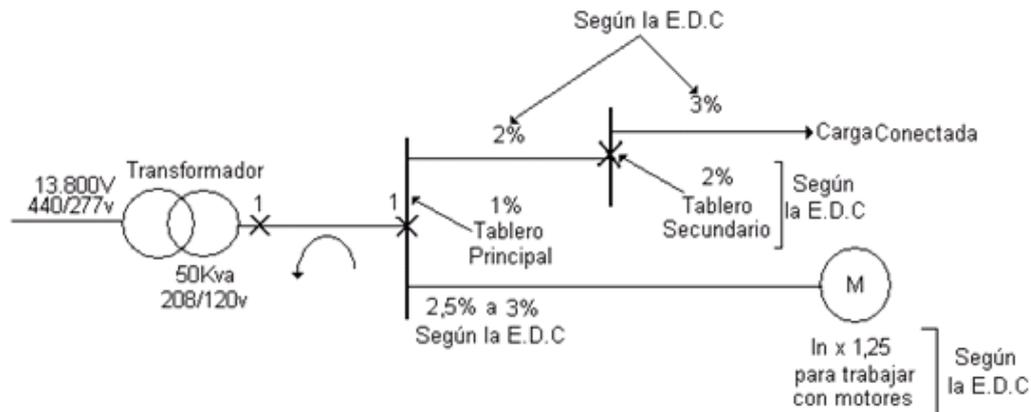
**Gráfico 1:** Porcentaje de caída de voltajes de un sistema eléctrico

DIAGRAMA DEMOSTRATIVO DE LA CAIDA DE TENSIÓN PERMITIDA POR CIRCUITO

**Fuente:** Código de Electricidad Nacional

### Límites de caídas de voltaje en conductores

De acuerdo a (Enríquez Harper. 2004, pag. 60) establece “También es necesario que la caída de voltaje en el conductor no exceda los valores establecidos por las normas para instalaciones eléctricas (que son 2% caída de voltaje en instalaciones residenciales y 3 ó 4% en instalaciones industriales).”

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * (R * I * \cos \theta + X * I * \sin \theta) * l}{1000 * \# \text{ conductores por fase}}$$

Dónde:

R= Resistencia del Conductor

I= Corriente Nominal

X= Reactancia del Conductor

$\theta$  = Angulo del factor de potencia de carga

### **Cálculo de Corriente de cortocircuito**

“Ademaro Cotrim” Instalaciones Eléctricas. Las corrientes de cortocircuitos se caracterizan por un incremento prácticamente instantáneo y varias veces superior a la corriente nominal, en contraste con las de una sobrecarga que se caracteriza por un incremento mantenido en un intervalo de tiempo y algo mayor a la corriente nominal.

$$I_{cc} = \frac{\# \text{ conductores por fase} * K_v * 1000 * 1000}{\sqrt{3} * \sqrt{R^2 + X^2} * l}$$

### **Cálculo de Rendimiento del transformador**

“Norberto A. Lemozy” El conocimiento del rendimiento de cualquier máquina, dispositivo o sistema tiene una gran importancia por el valor económico que ello reporta, tanto desde el punto de vista del costo de operación como del ambiental. En general el rendimiento de una máquina, normalmente indicado con la letra griega eta  $\eta$ , está dado por el cociente de las potencias de salida y, de entrada:

$$\eta = \frac{\text{Potencia de Salida}}{\text{Potencia de Entrada}} = \frac{P_s}{P_s + P_{cu} + P_h}$$

Dónde:

$P_{cu}$ = Pérdidas en el cobre

$P_s$ = Potencia de salida

$P_h$ = Pérdidas en el hierro

### **Cálculo de Rendimiento de motores**

Catálogo W22 Catalogo Técnico Latino Americano de motores trifásicos tablas del anexo 12

### **Cálculo de Pérdidas de potencia**

“Dardo Fernández Guzmán” El motor funciona en ciclos de operación que lleva a frecuentes accionamientos, por lo que es necesario especificar un motor determinado para una actividad en particular. La verificación de la capacidad del motor funcionando para un ciclo de operación.

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \frac{L * P}{K * S * V^2 * \text{Cos}^2\phi} = Kw$$

**Dónde:**

S= Sección del conductor en  $mm^2$

L= Longitud del conductor

P= Potencia de motor o carga

K= Conductividad eléctrica para el cobre 51.04

$\text{Cos}^2\phi$  = Factor de potencia al cuadrado

**Cálculo de Pérdidas de Energía**

Se determina en función de tiempo conocida como energía de desintegración

$$P \text{ energia} = \text{Pérdidas de potencia} \times \text{dias} * \text{horas}$$

**Dónde:**

P energía= Pérdida de energía en (KW/h)

Pérdidas de potencia = Unidad (KW)

Días: Días laborables dependiendo de mes.

**Factores Eléctricos****Factor de Utilización**

El factor de utilización es un sistema eléctrico en un intervalo de tiempo t, es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema (capacidad instalada), es decir:

$$Fu = \frac{KVA Dmax}{KVA Instalados}$$

### Factor de Carga

Se define como la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo.

$$Fc = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda maxima}}$$

### Factor de Demanda

(HAWKING Stephen, 1986) Determina el factor de demanda “Es la relación entre la demanda máxima del sistema y la carga total conectada a ella durante un intervalo de tiempo considerado.”

$$Fd = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Capacidad del sistema}} = \frac{Dmax}{P ins}$$

Dónde:

Dmax = Demanda máxima de instalación en KW o KVA

P inst =Potencia de carga conectada en KW o KVA

(Contrin, 2000, pág. 44) Define que el “**Factor de Demanda**, se define para un conjunto de receptores, como el cociente entre la potencia máxima demandada por el conjunto, y la potencia instalada correspondiente al mismo conjunto”

**Tabla 5:** Indica los factores de demanda para cada agrupación de motores

NUMERO DE MOTORES EN OPERACIÓN	FACTOR DE DEMANDA EN %
1– 10	70 – 80
11 – 20	60 – 70
21 – 50	55 – 60
51 – 100 > a 100	50 – 60

**Fuente:** Instalaciones eléctricas Industriales I (Dardo Fernández Guzmán)

### Factor de Simultaneidad

(JURADO, 2008, pág. 13) Define “Es una cantidad menor o igual a la unidad que se obtiene como el recíproco del factor de diversidad. Es factor que indica la operación de los equipos al mismo instante.”

Para grupos de cargas del mismo tipo, se especifican los siguientes factores:

**Tabla 6:** Indica los factores de simultaneidad de un sistema

Tipo de carga	Factor de Simultaneidad
Iluminación	1
Calefacción y Aire Acondicionado	1
Toma corrientes	0,1 o 0,2
Elevación y carga	
motor mayor	1
2do motor	0,75
resto de los motores	0,6

**Fuente:** Instalaciones eléctricas Industriales I (Contrín, Ademaro. A. m. b)

La aplicación del factor de simultaneidad en instalaciones industriales debe ser precedida de un estudio minucioso a fin de evitar el sub dimensionamiento de los circuitos de los equipos.

### Factor de Potencia

Según (SCHNEIDER, 2008 pág. 3) define como “El factor de potencia de una carga, que puede ser un elemento único que consume energía o varios elementos (por ejemplo, toda una instalación), lo da la relación de P/S, es decir, kW divididos por kVA en un momento determinado”, También se lo puede definir como el coseno del ángulo de fase existente entre el voltaje y la corriente cuando las ondas son sinusoidales puras. Matemáticamente se escribe:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Dónde:

Cos  $\varphi$ : factor de potencia

P: Potencia activa en kW

S: Potencia aparente en kVA

El factor de potencia está comprendido entre 0 y 1 es un factor que si no se lo corrige provoca que se efectúen penalizaciones a la empresa distribuidora, el valor mínimo recomendado por el ARCONEL es de 0,92.

### **Pérdidas en los Transformadores**

Para el cálculo de pérdidas en transformadores se toma en cuenta la norma NTE 2115-2 la cual señala los valores de pérdidas en vacío  $P_o$  y los valores de pérdidas bajo carga  $P_c$ . Estos valores vienen expresados en vatios. A continuación, se añade las fórmulas de cálculo para pérdidas en vacío ( $P_o$ ) y con carga ( $P_c$ ) de transformadores expuestas en la norma NTE 2115-2.

### **CLASE MEDIO VOLTAJE $\leq 25$ kV de 15 a 2 000 kVA**

**Tabla 7:** Formulas de pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores.

<b>TRANSFORMADORES</b>	<b>FORMULAS</b>
Desde: 15 KVA hasta 150 KVA	$P_o = 10,514 * P_n^{0,7486}$
Mayores de: 150 KVA hasta 800 KVA	$P_o = 13,27 * P_n^{0,7093}$
Desde: 15 KVA hasta 150 KVA	$P_c = -0,0103 * P_n^2 + 13,892 * P_n + 106,65$
Mayores de: 150 KVA hasta 800 KVA	$P_c = 10,465 * P_n + 537$

**Fuente:** Norma NTE 2115-2

### **Dónde:**

$P_o$ : Pérdidas en el Vacío.

$P_u$ : Pérdidas bajo carga.

### **Pérdidas en el cobre de transformadores**

$$P_{cu} = (Fu)^2 * \Delta P_{cu} \text{ nominal}$$

**Dónde:**

$P_{cu}$ : Pérdidas en el cobre del transformador

$F_u$ : Factor de utilización del transformador

$\Delta P_{cu}$ : Pérdidas en el cobre a potencia nominal

**Transformador**

El transformador es un dispositivo eléctrico estático que no posee partes móviles, que cambia potencia eléctrica alterna de un nivel de voltaje a potencia eléctrica alterna a otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo magnético. Consta de dos o más bobinas de alambre conductor enrolladas alrededor de un núcleo ferro magnético común. Estas bobinas no están usualmente conectadas en forma directa. La única conexión entre las bobinas es el flujo magnético común que se encuentra dentro del núcleo.

Los transformadores de potencia son utilizados en los sistemas eléctricos para transferir energía entre circuitos mediante el uso de la inducción electromagnética. El término transformador de potencia es utilizado para referirse a los transformadores usados entre el generador y los circuitos de distribución, y estos por lo general están entre potencias de 500 KVA y superiores.

Los transformadores de potencia han sido agrupados en tres segmentos de mercado basados en rangos de tamaño.

1.- Transformadores de potencia pequeños: 500 KVA-7500 KVA

2.- Transformadores de potencia medianos: 7500 KVA-100 MVA

3.- Transformadores de potencia grandes: 100 MVA y superiores

**Transformadores con aislamiento de aceite instalados en interiores**

“Según la Norma Técnica Colombiana NTC 2050” Los transformadores aislados con aceite para uso en interiores, se deben instalar en una bóveda construida.

1) Cuando la capacidad total no supere los 112,5 kVA, se permite que la bóveda esté hecha de concreto reforzado de no menos de 1002 mm de espesor.

2) Cuando la tensión nominal no supere los 600 V, no es necesaria bóveda de transformadores si se toman las medidas suficientes para evitar que el aceite del transformador queme otros materiales y si la capacidad total de una instalación no supera los 10kVA en una parte de un edificio clasificada como combustible, o los 75 kVA si la estructura que rodea al transformador está clasificada como resistente al fuego.

3) Se permite que los transformadores de hornos eléctricos de una potencia total que no supere los 75 kVA se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite de un transformador se propague a otros materiales combustibles.

4) Se permite instalarlos transformadores en una edificación independiente, si ni la edificación ni su contenido ofrecen riesgo de incendio a otros edificios o instalaciones y si la edificación se utiliza únicamente para suministrar el servicio electricidad y su interior accesible sólo a personas calificadas.

5) Se permite utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda de transformadores, en equipos portátiles y móviles de minería en superficie, como excavadoras eléctricas, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

a. Existen medidas para drenar las fugas de líquido.

b. Existe un medio de salida seguro para el personal.

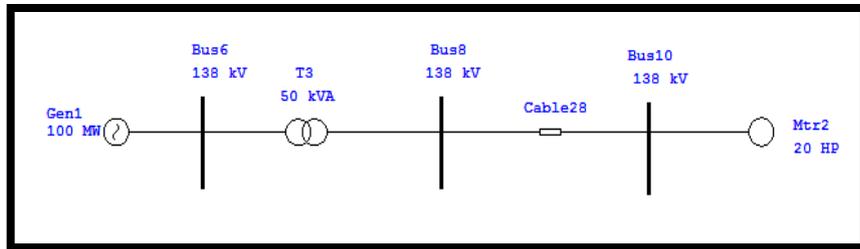
c. Se dispone una barrera de acero con 6,35 mm de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

### **Simulación del sistema**

En la actualidad existen un sin número de programas que permiten simular sistemas eléctricos entre ellos POWERWORLD, DIGSILEND, ETAP, NEPLAN en nuestro caso se ha escogido el programa ETAP aprovechando los conocimientos adquiridos, debido a las librerías que se encuentran en el programa, fácil de utilizar y sobre todo amigable con el proceso que se desea realizar.

## Descripción del Programa ETAP

**Gráfico2:** Diagrama unifilar de un sistema eléctrico



**Fuente:** Programa ETAP

## Funcionalidad del programa ETAP

Se puede realizar varios análisis a los sistemas eléctricos, entre ellos tenemos:

- Cálculo de flujo de carga
- Cálculo de flujo de carga con perfiles de carga
- Flujo de carga optima
- Cálculos de cortocircuitos
- Análisis de armónicos
- Arranque de motores
- Estabilidad de voltaje
- Análisis de estabilidad transitoria
- Confiabilidad
- Ubicación de capacitores
- Análisis de inversión
- Análisis de busca de fallas

## 9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿El análisis de la demanda eléctrica en la empresa “Molinos Poulthier S.A” permitirá determinar el estado actual y la cargabilidad del sistema eléctrico?

### VARIABLES INDEPENDIENTES

El análisis de la demanda eléctrica en la empresa “Molinos Poulthier S.A”.

**Tabla 8:** Variables independientes.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Se define como la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo), para establecer una demanda es indispensable indicar el intervalo de demanda, la demanda se puede expresar en KVA, KW, KVAR, A, etc.	Cargabilidad de los transformadores de la subestación.  Representación de potencias activas, reactivas y aparentes.	Datos obtenidos por el analizador de carga.  Límites establecidos en la regulación 004/01 CONELEC.	Potencia [W]  Potencias Activa [W]  Reactiva [VAR]  Aparente [VA]	Observación          Recolección de información.

**Realizado por:** Los Postulantes

### VARIABLES DEPENDIENTES

Permitirá determinar el estado actual y la cargabilidad del sistema eléctrico

**Tabla 9:** Variables dependientes.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Cargabilidad es el límite térmico dado en capacidad de corriente, para transformadores, líneas de transporte de energía, etc.	Interpretación de datos obtenidos por el analizador de carga en el transcurso de las mediciones.	Caídas de voltaje [ $\Delta V$ ]. Factor de potencia [Fp]. Potencias [W], [VAR], [VA].	Voltajes [V]. Factor de potencia [Fp]. Potencias [W, VAR, VA]. Corrientes [A].	Observación.
	Identificación de porcentajes de operación de cada uno de los transformadores de la empresa.	Cargabilidad y Características de la carga.	Capacidad [KVAR]. Corrientes [A]. Corriente Cortocircuito (A)	Observación.
	Implementación en el sistema eléctrico de la empresa las propuestas realizadas.	Banco de capacitores, Conductores.	Caídas de voltaje en %AV Pérdidas de Potencia (KW) Pérdidas de Energía (Kw/h)	Simulación.

**Realizado por:** Los Postulantes

## **10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **Tipos de investigación**

El presente proyecto de investigación da a conocer la situación actual de los transformadores que posee la empresa “Molinos Poulter S.A” en lo referente al grado de cargabilidad en el que se encuentra, nivel de voltaje, factor de potencia, además plantea alternativas que permitan mejorar el sistema y corregir los parámetros eléctricos que se encuentran fuera de los rangos normales de operación según las regulaciones. Dentro de los tipos de investigación se utilizó los siguientes:

### **Investigación descriptiva**

Se utiliza principalmente el método de análisis, es decir, se descompone el objeto a estudiar en sus distintos aspectos o elementos, para llegar a un conocimiento más especializado. Se realiza una exposición de hechos e ideas, explicando las diversas partes, cualidades o circunstancias.

Este tipo de investigación permitió describir los pasos utilizados para la realización del problema, adquisición de parámetros eléctricos, mediante el analizador de carga, censo de carga, ingreso de datos adquiridos al programa ETAP, al final se plantea la propuesta de mejora, la cual permitirá mejorar la calidad del producto en la empresa.

### **Investigación propositiva**

Es propositiva, ya que brindó una alternativa de solución al problema planteado. Además, los procedimientos que se utilizaron son la investigación científica, el análisis de resultados de las mediciones tomadas con el analizador de carga, además la interpretación de resultados y la aplicación del método más adecuado para la solución del problema.

### **Diseño de la investigación**

Esta investigación es de diseño no experimental, según la dimensión temporal, es de corte transversal, es decir se realizó en un período de tiempo determinado, para evaluar, describir, conocer y plantear soluciones de la situación actual del objeto de estudio.

## **Métodos**

Se aplicó en el desarrollo de este tema investigativo los siguientes métodos: el inductivo, deductivo, analítico y sintético.

### **Inductivo – deductivo**

Analiza en forma detallada cada uno de los elementos, instrumentos, temas y subtemas que se utilizaron en la elaboración del trabajo investigativo, a su vez este método permitió establecer las conclusiones y recomendaciones al problema investigado.

En relación al método utilizado se analizó cada uno de los transformadores de la subestación con sus respectivas cargas conectadas, mediante el analizador de carga como también se realizó el levantamiento de carga los cuales proporcionaron el estado actual de la empresa en cuanto a la potencia y carga instalada en la subestación los cuales nos permitieron ingresar en un software de simulación y obtener datos de parámetros eléctricos como voltajes, caídas de voltajes, factor de potencia, grado de cargabilidad para establecer nuestras propias conclusiones y recomendar los procesos de mejora a la empresa.

Se utilizó además el método Inductivo-Deductivo, que permitió inferir propiedades o relaciones basándose en los resultados de la investigación, ayudando a generalizar aspectos de la misma, igualmente la parte deductiva de éste método llevó a derivar otros aspectos relacionados, pero no recopilados como información.

### **Analítico y sintético**

Se utilizó el análisis y la síntesis de toda la información referente a la demanda eléctrica, cargabilidad, parámetros eléctricos, de los tres transformadores de la sub estación. En base a datos obtenidos en las mediciones por el analizador se carga.

Los cuales posteriormente fueron aplicados en el desarrollo del proyecto de investigación.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **Descripción de la empresa “Molinos Poulthier S.A”**

Hablar de Molinos Poulthier S.A. es hablar de la Provincia de Cotopaxi.

Desde 1865 nace en la ciudad de Latacunga El Molino Cunugyacu hoy Molinos Poulthier como la segunda Industria, ya que la primera fue una industria textil destruida por uno de los aluviones provenientes de la erupción del Cotopaxi y que ocupaba terrenos vecinos a la antigua Malteria hoy El Centro Comercial “Malteria Plaza”.

Molinos Poulthier S.A consta con dos molinos uno de trigo y otro de maíz. Se puede procesar hasta 4,000 toneladas métricas de trigo y 600 toneladas métricas de maíz por mes.

La buena calidad de las dos harinas que produce el molino hace que estas sean vendidas: la harina de trigo en toda la Sierra Central, y la harina precocida de maíz MAÍZABROSA a nivel nacional y en el exterior poniendo en alto la calidad de los productos ecuatorianos.

La compañía cuenta con la planta industrial en Latacunga por lo que se dice que Poulthier es un icono en Cotopaxi y en su capital Latacunga por mantenerse activa por más de 250 años.

En la actualidad Molinos Poulthier continúa comercializando la harina llamada Poulthier, denominada así en honor a aquel visionario francés que escogió Latacunga como cuna de una industria que hace que sea conocida la Provincia de Cotopaxi y su Capital Latacunga.

### **Descripción del sistema eléctrico de la planta**

La empresa “Molinos Poulthier S.A” está alimentada por el alimentador Industrial Sur, código 01CV13B152 de la Subestación El Calvario a un nivel de voltaje de 13,8 KV, el cual alimenta a los transformadores de la subestación los cuales tienen las siguientes características.

La subestación consta de 4 transformadores trifásicos el T1 de 800 KVA el cual pertenece al molino de trigo con voltajes secundarios de 220/132 voltios, el T2 de 800 KVA el cual pertenece al molino de maíz con voltajes secundarios de 220/132 voltios, el T3 de 150 KVA exclusivamente para servicios auxiliares el cual actualmente no se encuentra conectado con un

voltaje secundario de 220 voltios y el T4 de 50 KVA el cual pertenece a iluminación con un voltaje secundario de 220 voltios.

### **Mediciones realizadas**

El objetivo de estas mediciones es detectar en qué condiciones operativas están los transformadores que se encuentran en la empresa “Molinos Poulter S.A”.

Las mediciones se las realizó a los tres transformadores existentes en dicha empresa, en el lado de baja tensión, por siete días continuos como exige la REGULACIÓN No. ARCONEL 004 /01. En la siguiente tabla se puede apreciar el cronograma de mediciones realizado.

**Tabla 10:** Tiempos de medición de transformadores

<b>Transformador</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
800 KVA (Molino de maíz)	15/06/2016	22/06/2016
800 KVA (Molino de trigo)	22/06/2016	29/06/2016
50 KVA (Iluminación)	29/06/2016	05/07/2016

**Realizado por:** Los Postulantes

Son 7 días conectados el analizador de carga tal como exige la REGULACIÓN No. ARCONEL004/01 comenzando por el transformador de trigo de 800 KVA y concluyendo con el transformador de iluminación de 50KVA dicha información nos servirá como referencia para el consumo total que tiene la empresa, los resultados son deseados, una cierta dificultad en el molino de trigo del transformador de 800KVA debido a que entra en funcionamiento ocasionalmente, por lo cual dificulta las mediciones para la tabulación de un día típico.

### **Levantamiento de carga**

Los transformadores conectados en la subestación son 3 transformadores con carga total instalada 1650KVA los dos transformadores de 800KVA los cuales están conectados a una barra principal en común los cuales pertenecen al molino de maíz y trigo respectivamente, y el transformador de iluminación cuya potencia es de 50 KVA. El levantamiento de carga se lo

desarrollo de piso en piso debido a la cantidad de cargas se realiza una tabla de resumen, el levantamiento de todas las cargas se encuentra adjunto en los anexos.

**Tabla 11:** Carga total instalada a cada transformador en (KW)

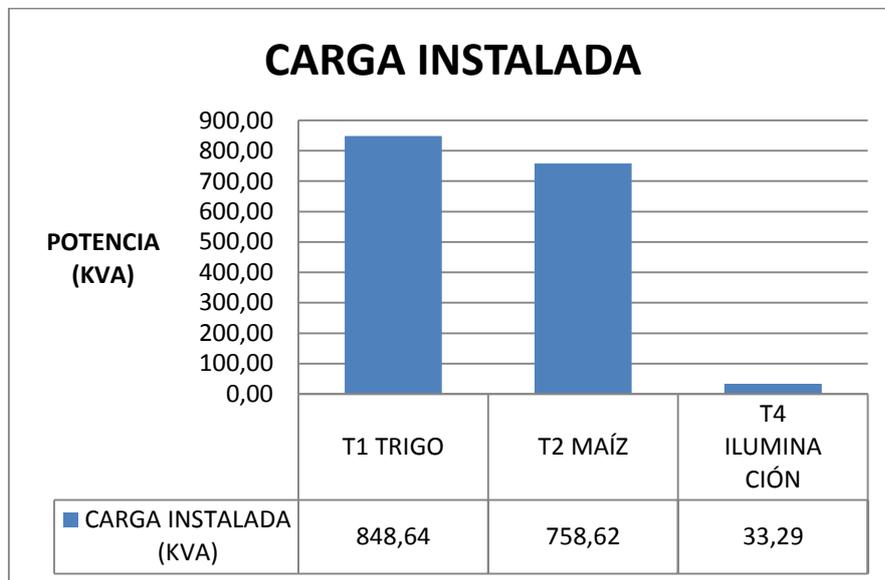
LEVANTAMIENTO DE CARGA	
ESPECIFICACIÓN	PT(KW)
PISO 0 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ	122,79
PISO 1 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ	15,99
PISO 2 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ	98,79
PISO 3 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ	211,64
PISO 4 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ	51,58
SÓTANO RECEPCIÓN MAÍZ	3,90
PISO 0 RECEPCIÓN MAÍZ	153,03
PISO 1 RECEPCIÓN MAÍZ	14,00
PISO 2 RECEPCIÓN MAÍZ	4,42
PISO 3 RECEPCIÓN MAÍZ	4,40
PISO 4 RECEPCIÓN MAÍZ	24,99
<b>ÁREA MAÍZ</b>	<b>705,52</b>
PISO -1 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	85,93
PISO 0 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	27,81
PISO 1 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	282,76
PISO 2 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	8,47
PISO 3 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	67,56
PISO 4 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	9,30
PISO 5 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO	71,10
PISO 4 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) EXTERIOR	97,51
PISO 5 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) EXTERIOR	90,23
PISO -1 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) RECEPCIÓN	57,05
<b>ÁREA TRIGO</b>	<b>797,72</b>
<b>ILUMINACIÓN DE ÁREAS</b>	<b>26,97</b>
<b>CARGA TOTAL INSTALADA</b>	<b>1530,21</b>

**Realizado por:** Los Postulantes

**Tabla 12:** Carga total instalada en los transformadores

<b>CARGA TOTAL INSTALADA EN LA EMPRESA “MOLINOS POULTIER S.A”</b>				
TRANSFORMADOR	CARGA INSTALADA (KW)	FP	CARGA INSTALADA (KVA)	PORCENTAJE (%)
T1 TRIGO 800KVA	797,72	0,94	848,64	106,08
T2 MAÍZ 800KVA	705,52	0,93	758,62	94,83
T4 ILUMINACIÓN 50KVA	26,97	0,81	33,29	66,59
TOTAL	1530,21	TOTAL	1659,00	

**Realizado por:** Los Postulantes

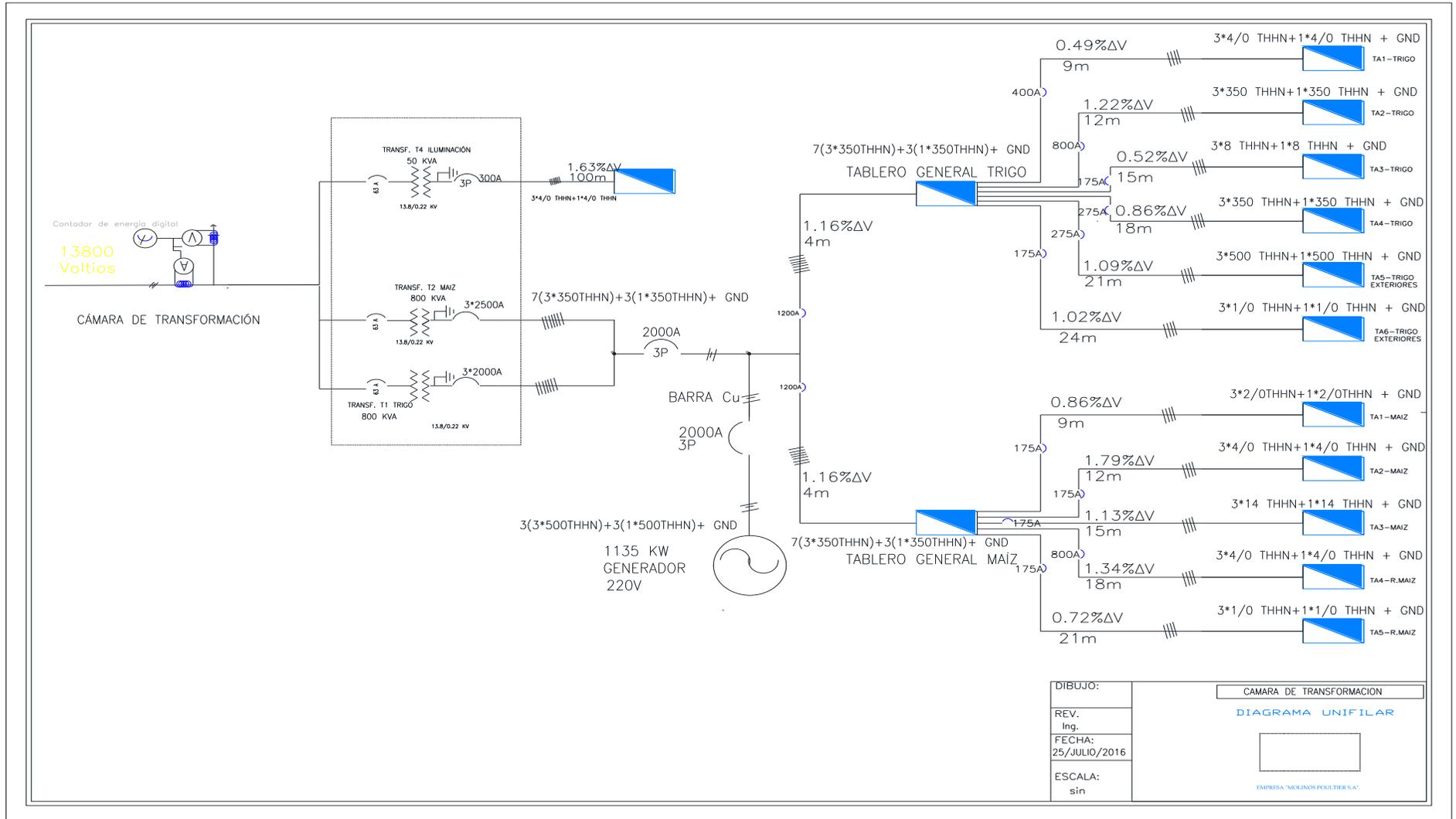
**Gráfico 3:** Carga total instalada (KVA)

**Realizado por:** Los Postulantes

### **Análisis:**

Mediante el levantamiento de carga se observa que el transformador de trigo tiene una carga instalada que sobrepasa el porcentaje cargabilidad con 106.08%, lo que implica problemas para el sistema eléctrico como caídas de voltaje, Pérdidas de potencia y energía etc. En el transformador de maíz tiene un porcentaje de 94.83% implica sobrecarga, lo que amerita un diagnóstico completo de las Pérdidas existentes en el sistema eléctrico. El transformador de iluminación cumple los porcentajes nominales de cargabilidad.

# Diagrama Unifilar de Empresa “Molinos Poultier S.A”



Realizado por: Los Postulantes

## Curvas de Carga Típica Transformador de 800 KVA molino de trigo

Tabla 13: Datos generales del transformador T1 Trigo

<b>Transformador de 800 KVA (Molino de trigo) Industria Brasileña</b>					
<b>Características:</b>					
Marca:		Uniao			
Fases:		3			
Año:		1981			
Norma:		VDE			
Voltaje:		13530 V- MT- 229/132 V- BT			
Altura:		hasta 1000msnm			
Tipo de conexión:		Dyn5			
Líquido aislante:		Aceite			
Impedancia 75°C:		5.44%			
<b>TENSIÓN PRIMARIA EN BORNES U V W</b>					
VOLTS	POSICIÓN	CONMUTADOR CONECTA			CONEXIÓN
13880	1	10-13 34-37	11-14 35-36	12-15 36-39	
13530	2	13-7 37-31	14-8 38-32	15-9 39-33	
13200	3	7-16 31-40	8-17 32-41	9-18 33-42	
12870	4	16-4 40-28	17-5 41-29	18-6 42-30	
12540	5	4-19 28-43	5-20 29-44	6-21 30-45	
<b>BAJA TENSIÓN</b>					
VOLTAJE		CONEXIÓN		BORNES	
220/132		Y		X Y Z	

Realizado por: Los Postulantes

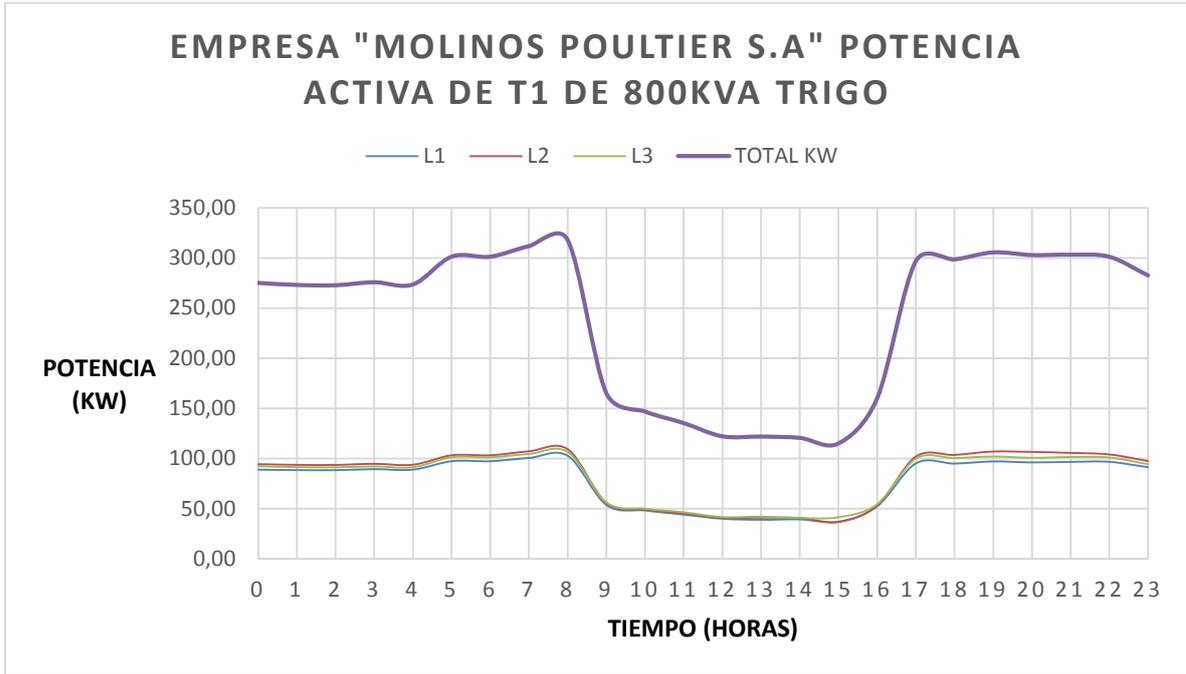
## Potencia activa de un día típico

**Tabla 14:** Potencia activa del transformador del molino de trigo

<b>HORA</b>	<b>Potencia Activa L1N Med</b>	<b>Potencia Activa L2N Med</b>	<b>Potencia Activa L3N Med</b>	<b>TOTAL</b>
<b>HORA</b>	<b>KW</b>	<b>KW</b>	<b>KW</b>	<b>KW</b>
0	88,70	94,2	92,25	275,16
1	88,28	93,5	91,33	273,12
2	88,22	93,5	91,16	272,84
3	89,22	94,6	92,04	275,82
4	88,71	93,7	91,23	273,60
5	97,14	103,1	101,16	301,35
6	97,14	103,1	101,16	301,35
7	100,41	107,0	104,41	311,86
8	102,51	109,1	106,47	318,03
9	53,46	55,6	56,18	165,24
10	47,92	48,9	49,97	146,77
11	43,85	45,0	46,37	135,24
12	39,74	40,6	41,60	121,97
13	38,66	41,0	42,14	121,76
14	39,09	40,7	40,73	120,47
15	36,68	36,7	41,49	114,86
16	52,22	53,2	54,55	159,93
17	95,04	101,9	99,91	296,86
18	94,84	103,4	100,35	298,59
19	96,93	106,8	101,91	305,64
20	95,97	106,4	100,60	302,95
21	96,48	105,4	101,40	303,32
22	96,53	103,9	100,87	301,26
23	91,11	97,3	94,25	282,67

**Realizado por:** Los Postulantes

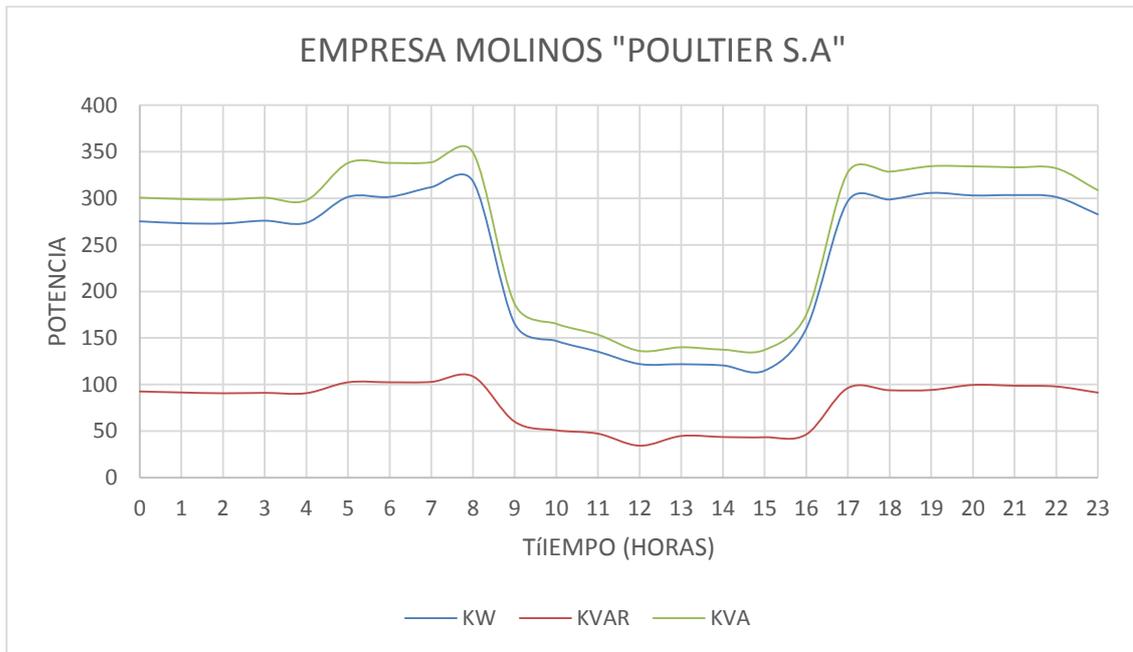
**Gráfico 4:** Potencia activa del transformador del molino de trigo



Realizado por: Los Postulantes

**Potencia Activa, Reactiva y Aparente**

**Gráfico 5:** Potencia activa, reactiva y aparente del transformador del molino de trigo



Realizado por: Los Postulantes

## Resumen de voltajes y factor de potencia del transformador del molino de trigo

**Tabla 15:** Resumen de factor de potencia y voltajes T1

TRANSFORMADOR T1 800KVA MOLINO DE TRIGO					
PARÁMETROS		MAX	PROM	MIN	LIMITE
FACTOR DE POTENCIA	Fase 1	0,94	0,93	0,93	0,92
	Fase 2	0,94	0,91	0,83	0,92
	Fase 3	0,98	0,96	0,95	0,92
VOLTAJE	Fase 1	136,72	134,72	132,84	±8%
	Fase 2	136,93	134,94	132,73	±8%
	Fase 3	137,07	134,75	132,89	±8%

**Realizado por:** Los Postulantes

### Interpretación de resultados

La demanda máxima es a las 8:00 horas que es de 318.03KW y la demanda promedio es de 240.86KW, esto se debe a que la empresa a esa hora inicia su proceso de producción ya que están en funcionamiento la mayoría de motores.

En la curva de demanda de la línea 1,2 y 3 el desfase de una respecto a la otra es mínima, como resultado es que el sistema eléctrico es bastante equilibrado. El factor de potencia promedio de L1, L2 y L3 desde la hora 0:00-23:00 horas es de 0.94.

El nivel de variación de voltaje se encuentra dentro de los rangos permitidos teniendo como base el voltaje secundario del transformador que es 132V ya que el promedio del valor máximo de las tres líneas es 136,91V con 3.71% de variación y el promedio del valor mínimo de las tres líneas es 132,82V con 0.62% de variación, es decir se encuentra dentro de los límites permitidos de variación del  $\pm 8\%$ .

## Curvas de Carga Típica del Transformador de 800 KVA molino de maíz

**Tabla 16:** Datos generales de transformador T2 Maíz

<b>Transformador de 800 KVA (Molino de maíz)</b>					
<b>Características:</b>					
Marca:			Uniao		
Fases:			3		
Norma:			VDE		
Altura:			hasta 1000msnm		
Voltaje:			13530 V- MT- 229/132 V- BT		
Tipo de conexión:			Dyn5		
Líquido aislante:			Aceite		
<b>TENSIÓN PRIMARIA EN BORNES U V W</b>					
VOLTS	POSICIÓN	CONMUTADOR CONECTA			CONEXIÓN
13880	1	10-13 34-37	11-14 35-36	12-15 36-39	
13530	2	13-7 37-31	14-8 38-32	15-9 39-33	
13200	3	7-16 31-40	8-17 32-41	9-18 33-42	
12870	4	16-4 40-28	17-5 41-29	18-6 42-30	
12540	5	4-19 28-43	5-20 29-44	6-21 30-45	
<b>BAJA TENSIÓN</b>					
VOLTAJE		CONEXIÓN		BORNES	
220/132		Y		X Y Z	

**Realizado por:** Los Postulantes

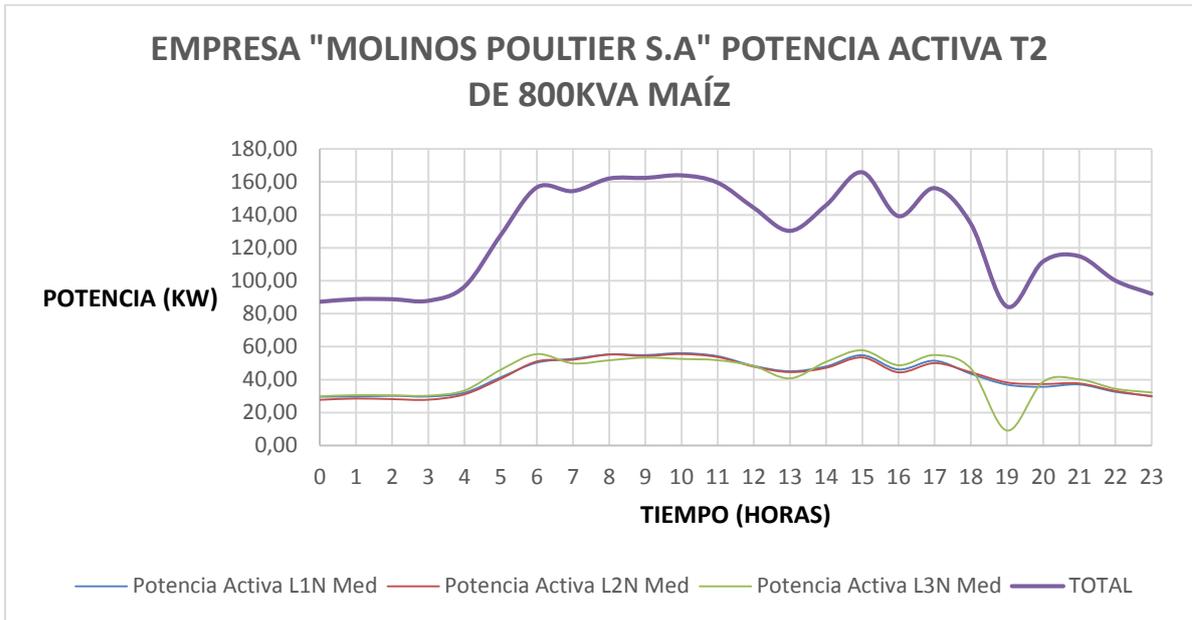
## Potencia activa de un día típico

**Tabla 17:** Potencia activa del transformador del molino de maíz

HORA	Potencia Activa L1N Med	Potencia Activa L2N Med	Potencia Activa L3N Med	TOTAL
0	29,70	27,72	29,88	87,30
1	29,82	28,50	30,57	88,89
2	30,24	28,14	30,45	88,83
3	29,85	27,78	30,27	87,90
4	32,11	31,02	33,38	96,51
5	41,40	40,41	45,90	127,71
6	50,31	50,97	55,44	156,72
7	52,62	52,02	49,84	154,48
8	55,29	55,11	51,71	162,11
9	54,87	54,30	53,32	162,49
10	56,07	55,44	52,53	164,04
11	54,21	53,64	51,76	159,61
12	48,33	47,82	48,20	144,35
13	45,11	44,50	40,73	130,33
14	48,04	47,11	50,76	145,91
15	54,78	53,37	57,75	165,90
16	46,18	44,39	48,72	139,29
17	51,45	49,95	54,90	156,30
18	43,59	44,43	46,74	134,76
19	37,04	38,23	9,13	84,40
20	35,70	37,31	38,69	111,69
21	37,11	37,65	40,17	114,93
22	32,67	33,08	34,43	100,17
23	30,18	29,75	32,21	92,14

**Realizado por:** Los Postulantes

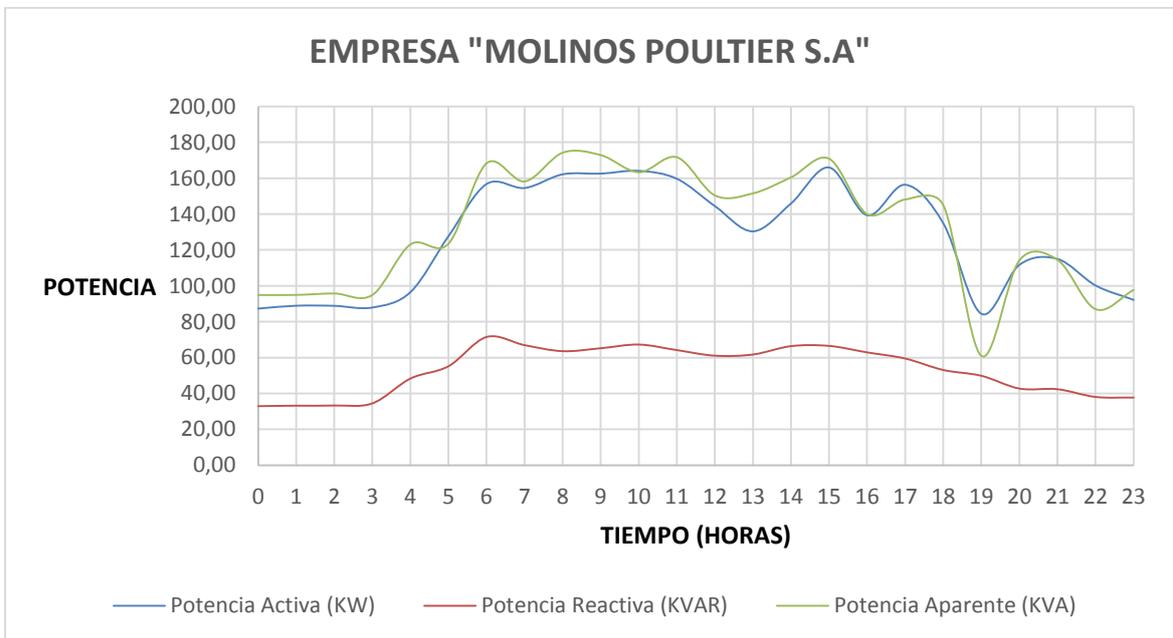
**Gráfico 6:** Potencia activa del transformador del molino de maíz



**Realizado por:** Los Postulantes

**Potencia Activa, Reactiva y Aparente**

**Gráfico 7:** Potencia activa, reactiva y aparente del transformador del molino de maíz



**Realizado por:** Los Postulantes

## Resumen de voltajes y factor de potencia del transformador del molino de maíz

**Tabla 18:** Resumen de factor de potencia y voltajes T2

<b>TRANSFORMADOR T2 800KVA MOLINO DE MAÍZ</b>					
<b>PARAMETROS</b>		<b>MAX</b>	<b>PROM</b>	<b>MIN</b>	<b>LIMITE</b>
<b>FACTOR DE POTENCIA</b>	Fase 1	0,96	0,94	0,92	0,92
	Fase 2	0,94	0,91	0,89	0,92
	Fase 3	0,94	0,91	0,89	0,92
<b>VOLTAJE</b>	Fase 1	141,59	138,57	135,55	$\pm 8\%$
	Fase 2	142,49	139,06	135,62	$\pm 8\%$
	Fase 3	141,31	138,49	135,66	$\pm 8\%$

**Realizado por:** Los Postulantes

### Interpretación de resultados

La demanda máxima se presenta a las 15:00 horas en donde llega a un valor máximo de 165.90KW y la demanda promedio de un día típico es 127.36KW. La curva de carga crece desde la 5:00 horas y decrece a las 18:00 esto se justifica por jornada de trabajo de la empresa de 6:00 de tarde a las 6:00 de mañana o 6:00 de mañana a las 6:00 de la tarde.

El molino de maíz tiene un funcionamiento bastante moderado es decir se encuentra en constante funcionamiento. El factor de potencia promedio de la L1, L2 y L3 desde la hora 0:00-23:00 horas es de 0.93 que cumple el límite.

El nivel de variación de voltaje se encuentra sobre los rangos permitidos teniendo como base el voltaje secundario del transformador que es 132V ya que el promedio del valor máximo de las tres líneas es 141.80V con 7.42% de variación y el promedio del valor mínimo de las tres líneas es 135.61V con 2.73% de variación, es decir se encuentra dentro de los límites permitidos de variación del  $\pm 8\%$ .

## Curvas de Carga Típica del Transformador de 50 KVA iluminación

**Tabla 19:** Datos generales de transformador T4 Iluminación

<b>Transformador de 50 KVA Iluminación</b>	
<b>Características:</b>	
Marca:	Inatra Industria Andina de transformadores S.A
Voltaje:	13800V- MT- 220 V- BT
IA:	2.09 A
Tensión C.C:	3.9%
Fases:	3
Peso:	410 Kg
Tipo de conexión:	Dy5
Clase de aislamiento:	AO
Refrigeración:	ONAP
Norma:	ANSI

**Realizado por:** Los Postulantes

## Potencia activa de un día típico

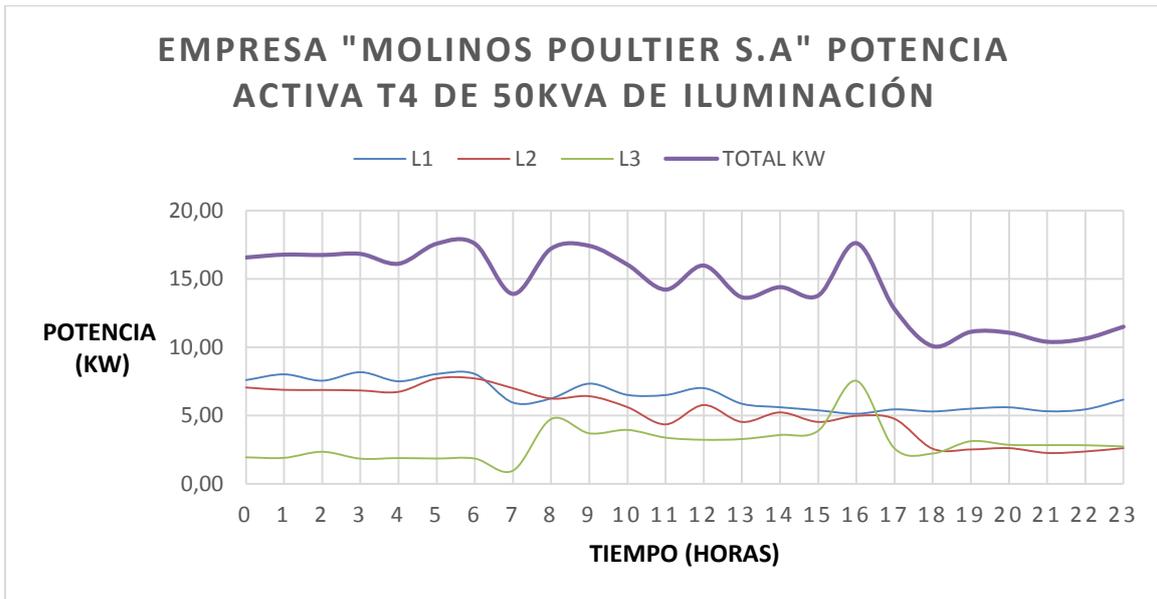
**Tabla 20:** Potencia activa del transformador de iluminación

HORA	VA full clásico L1N Med	VA full clásico L2N Med	VA full clásico L3N Med	TOTAL
0	7,58	7,1	1,94	16,57
1	8,00	6,9	1,90	16,78
2	7,54	6,9	2,34	16,75
3	8,16	6,8	1,84	16,83
4	7,49	6,7	1,88	16,11
5	8,03	7,7	1,85	17,58
6	8,03	7,7	1,85	17,58
7	5,93	7,0	0,97	13,90

8	6,24	6,2	4,74	17,22
9	7,32	6,4	3,69	17,42
10	6,50	5,6	3,94	16,04
11	6,49	4,4	3,38	14,21
12	6,99	5,8	3,22	15,98
13	5,85	4,5	3,27	13,65
14	5,60	5,2	3,57	14,39
15	5,37	4,5	3,88	13,78
16	5,12	5,0	7,53	17,62
17	5,44	4,8	2,59	12,78
18	5,29	2,6	2,21	10,07
19	5,49	2,5	3,11	11,12
20	5,59	2,6	2,85	11,05
21	5,30	2,3	2,83	10,39
22	5,44	2,4	2,82	10,62
23	6,15	2,6	2,73	11,49

Realizado por: Los Postulantes

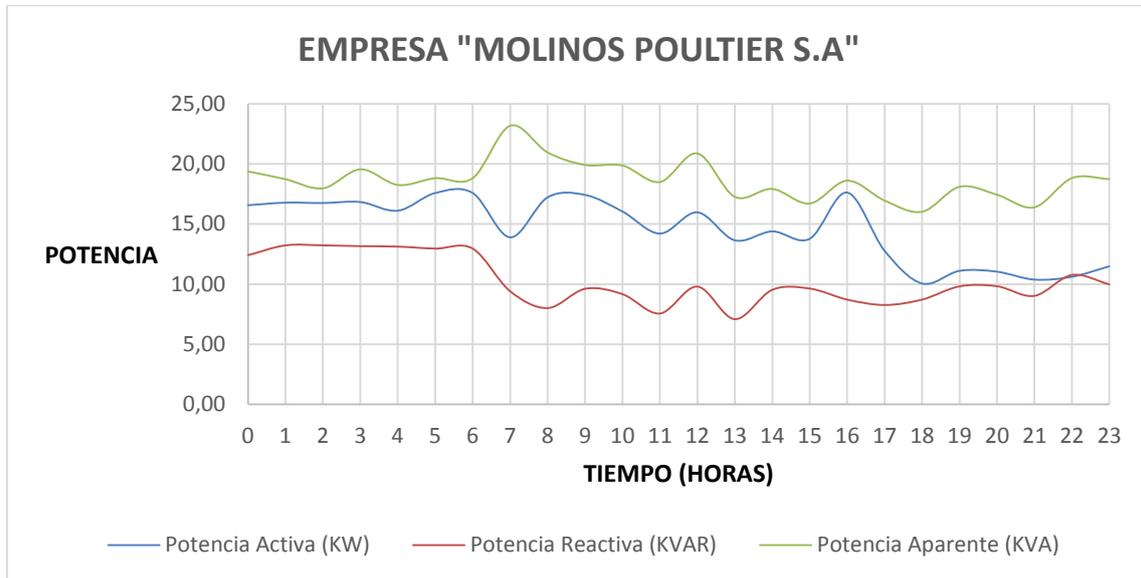
Gráfico 8: Potencia activa del transformador de iluminación



Realizado por: Los Postulantes

## Potencia Activa, Reactiva y Aparente

**Gráfico 9:** Potencia activa, reactiva y aparente del transformador de iluminación



**Realizado por:** Los Postulantes

## Resumen de voltajes y factor de potencia del transformador de iluminación

**Tabla 21:** Resumen de factor de potencia y voltajes T4

<b>TRANSFORMADOR T4 50 KVA ILUMINACIÓN</b>					
<b>PARAMETROS</b>		<b>MAX</b>	<b>PROM</b>	<b>MIN</b>	<b>LIMITE</b>
<b>FACTOR DE POTENCIA</b>	Fase 1	0,98	0,92	0,82	0,92
	Fase 2	0,78	0,65	0,34	0,92
	Fase 3	1,00	0,86	0,55	0,92
<b>VOLTAJE</b>	Fase 1	130,52	129,33	127,57	±8%
	Fase 2	131,45	129,32	127,51	±8%
	Fase 3	129,50	126,58	124,01	±8%

**Realizado por:** Los Postulantes

### Interpretación de resultados

La curva de demanda del transformador de iluminación tiene una variación moderada para las diferentes horas de día, con una demanda máxima de 17.62KW y la demanda promedio es de 14.58Kw. El factor de potencia promedio de la L1, L2 y L3 desde la hora 0:00-23:00 horas es de 0.81, es necesario poner un banco de capacitores para mejorar el bajo factor de potencia de este transformador.

El nivel de variación de voltaje se encuentra dentro de los rangos permitidos teniendo como base el voltaje secundario del transformador que es 127V ya que el promedio del valor máximo de las tres líneas es 130,49V con 2.74% de variación y el promedio del valor mínimo de las tres líneas es 126,37V con -0.49% de variación, es decir se encuentra dentro de los límites permitidos de variación del  $\pm 8\%$ .

### Cálculos del factor de carga, utilización, pérdidas de potencia y energía en los transformadores de la subestación de la empresa “Molinos Poulitier S.A”

Matemáticamente el factor de utilización se define como la relación entre la potencia aparente a demanda máxima para la potencia instalada, tomando en cuenta:

- a)  $F_u \leq 0,5$  entonces los transformadores del alimentador se encuentran sub cargados.
- b)  $F_u > 0,8$  entonces los transformadores del alimentador se encuentran sobrecargados.

La potencia aparente a demanda máxima sería:

$$KVA Dmax = \frac{Dmax}{PF Dmax}$$

Y el factor de utilización se expresa de la siguiente manera:

$$F_u = \frac{KVA Dmax}{KVA Instalados}$$

### **Transformador de 800 KVA Trigo**

Para el caso de la empresa “Molinos Poulter S.A” el transformador de 800 KVA tiene una demanda máxima de 349.08 KVA y la demanda promedio es 266.19 KVA entonces se aplica la fórmula del factor de carga (Fc).

$$Fc = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda maxima}}$$

$$Fc = \frac{266.19 \text{ KVA}}{349.08 \text{ KVA}} = 0,76$$

Para el caso de la empresa “Molinos Poulter S.A” el transformador de 800 KVA tiene una demanda máxima de 349.08 KVA entonces se aplica la fórmula del factor de uso (Fu).

$$Fu = \frac{\text{KVA Dmax}}{\text{KVA Instalados}}$$

$$Fu = \frac{349.08 \text{ KVA}}{800 \text{ KVA}} = 0.43$$

Entonces el factor de uso resultante es de 0.43 por lo que si el  $Fu \leq 0,5$  entonces el transformador se encuentra sub cargado.

### **Transformador de 800 KVA Maíz**

En el transformador de 800 KVA tiene una demanda máxima de 174.29 KVA y la demanda promedio es 132.36 KVA entonces se aplica la fórmula del factor de carga (Fc).

$$Fc = \frac{132.36 \text{ KVA}}{174.29 \text{ KVA}} = 0.76$$

En el transformador de 800 KVA correspondiente al molino de maíz. La demanda máxima en el periodo de medición llega a 174.29 KVA, si verificamos con la fórmula de factor de uso tenemos lo siguiente:

$$Fu = \frac{174.29 \text{ KVA}}{800 \text{ KVA}} = 0.22$$

El factor de uso es de 0.22 esto quiere decir que este transformador se encuentra sub cargado.

### Transformador de 50 KVA Iluminación

En el transformador de 50 KVA tiene una demanda máxima de 23.19 KVA y la demanda promedio es 18.67 KVA entonces se aplica la fórmula del factor de carga (Fc).

$$Fc = \frac{18.67 \text{ KVA}}{23.19 \text{ KVA}} = 0.80$$

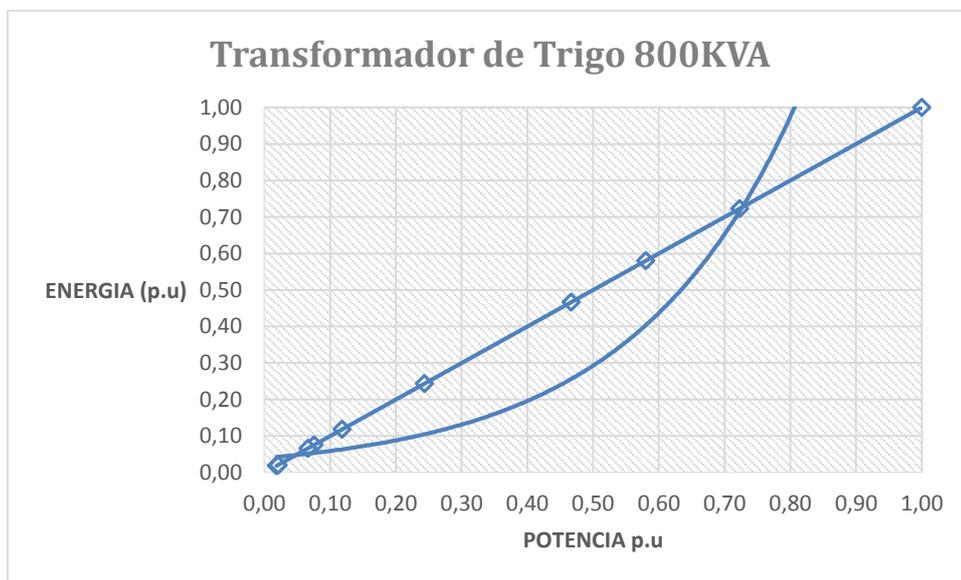
En el transformador de 50 KVA correspondiente a iluminación. La demanda máxima en el periodo de medición llega a 23.19 KVA, si verificamos con la fórmula de factor de uso tenemos lo siguiente:

$$Fu = \frac{23.19 \text{ KVA}}{50 \text{ KVA}} = 0.46$$

El factor de uso es de 0.46 esto quiere decir que este transformador se encuentra sub cargado.

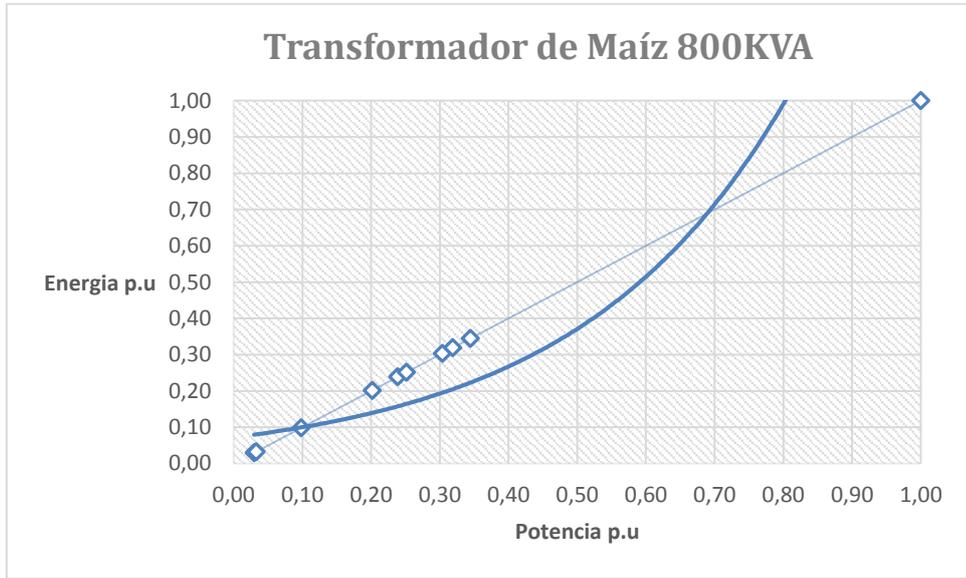
### Curva Parabólica

**Gráfico 10:** Curva parabólica del Transformador Trigo



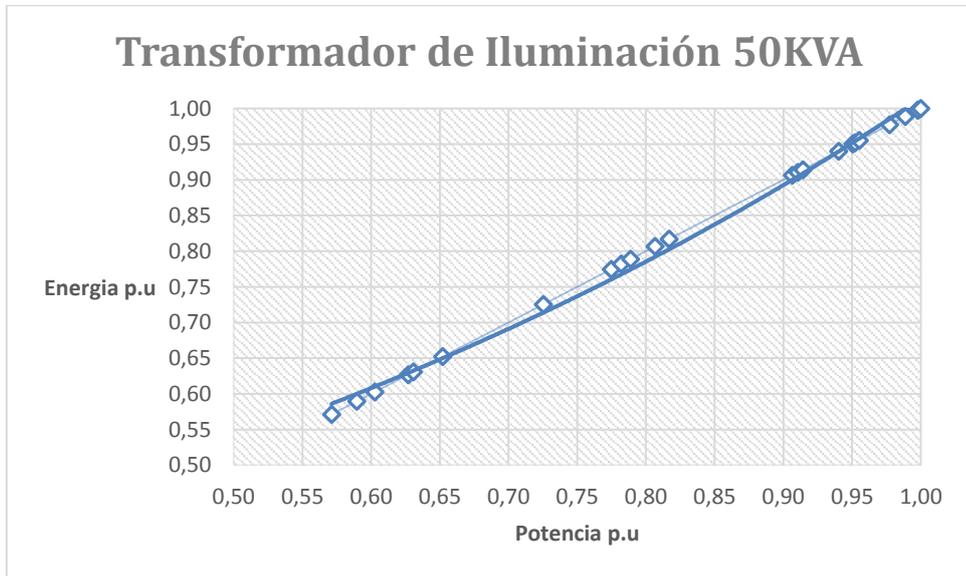
**Realizado por:** Los Postulantes

**Gráfico 11:** Curva parabólica del Transformador Maíz



**Realizado por:** Los Postulantes

**Gráfico 12:** Curva parabólica del Transformador Iluminación



**Realizado por:** Los Postulantes

## Pérdidas en los transformadores de la subestación de la empresa “Molinos Poulter S.A”

### Pérdidas en vacío

#### Transformador de 800 KVA molino de trigo

$$P_o = 13,27 * 800^{(0,7093)} \text{Según la Tabla 5}$$

$$P_o = 1520.66 \text{ W}$$

#### Transformador de 800 KVA molino de maíz

$$P_o = 13,27 * 800^{(0,7093)}$$

$$P_o = 1520.66 \text{ W}$$

#### Transformador de 50 KVA Iluminación

$$P_o = 10,514 * 50^{(0,7486)}$$

$$P_o = 196.61 \text{ W}$$

### Pérdidas bajo carga

#### Transformador de 800 KVA molino de trigo

$$P_c = 10,465 * 800 + 537$$

$$P_c = 8909 \text{ W}$$

#### Transformador de 800 KVA molino de maíz

$$P_c = 10,465 * 800 + 537$$

$$P_c = 8909 \text{ W}$$

#### Transformador de 50 KVA Iluminación

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

$$P_c = -0,0103 * 50^2 + 13,892 * 50 + 106,65$$

$$P_c = 775.5 \text{ W}$$

### Pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores

**Tabla 22:** Pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores

<b>TRANSFORMADOR KVA</b>	<b>MARCA</b>	<b>PÉRDIDAS EN VACÍO (W)</b>	<b>PÉRDIDAS BAJO CARGA (W)</b>
<b>800</b>	UNIAO	1520.66	8909
<b>800</b>	UNIAO	1520.66	8909
<b>50</b>	INATRA	196.61	775.5

**Realizado por:** Los Postulantes

### Cálculo de pérdidas totales de energía de los transformadores instalados en la empresa “Molinos Poulter S.A”

**Tabla 23:** Pérdidas totales de energía en transformadores

<b>Transformador KVA</b>	<b>KVA medidos</b>	<b>Pérdidas en vacío (w)</b>	<b>Pérdidas bajo carga (W)</b>	<b>Total Pérdidas (KW)</b>	<b>Total Pérdidas KW- h/día</b>	<b>Total Pérdidas KW- h/mes</b>
Trigo 800	349.08	1520.66	8909	10.42	250.08	7502.4
Maíz 800	174.29	1520.66	8909	10.42	250.08	7502.4
50	23.19	196.61	775.5	0.97	23.28	698.4

**Realizado por:** Los Postulantes

Las pérdidas en vacío son constantes por cuanto no dependen de la carga, en cambio las pérdidas en el devanado son proporcionales a la carga.

### **Pérdidas en el cobre del transformador del transformador de 800 KVA molino de trigo**

Aplicando la formula

$$P_{cu} = (0.43)^2 * 8909 W$$

$$P_{cu} = 1647.27 W = 1.64 KW$$

Por lo tanto, las pérdidas totales del transformador de 800 KVA molino de trigo será:

$$P_t = P_o + P_c$$

$$P_t = 1520.66 W + 1647.27 W$$

$$P_t = 3167.93 W = 3.16KW \text{ (Pérdidas reales del transformador)}$$

### **Pérdidas en el cobre del transformador del transformador de 800 KVA molino de maíz**

$$P_{cu} = (0.22)^2 * 8909 W$$

$$P_{cu} = 431.19 W$$

Por lo tanto, las pérdidas totales del transformador de 800 KVA molino de maíz será:

$$P_t = P_o + P_c$$

$$P_t = 1520.66 W + 431.19 W$$

$$P_t = 1951.85 W = 1.95 KW \text{ (Pérdidas reales del transformador)}$$

### **Pérdidas en el cobre del transformador del transformador de 50 KVA Iluminación**

$$P_{cu} = (0.46)^2 * 775.5 W$$

$$P_{cu} = 164.09 W$$

Por lo tanto, las pérdidas totales del transformador de 50 KVA Iluminación serán:

$$P_t = P_o + P_c$$

$$P_t = 196.61 W + 164.09 W$$

$$P_t = 360.70 W = 0.36 KW \text{ (Pérdidas reales del transformador)}$$

**Cálculos de la Reactancia Inductiva, Caídas de voltaje, I de cortocircuito, Pérdidas de Potencia, Pérdidas de energía en los Sub tableros de fuerza de la instalación.**

**Datos:**

**Tablero de Trigo TA1 TRIGO**

Motor de 50.50 KW

Calibre #2

Diámetro Exterior=10.45mm en el Anexo 11

Cálculo de la Reactancia Inductiva

$$r = \frac{\emptyset}{2} = \frac{\text{Diametro}}{2}$$

$$r = \frac{10.45}{2} = 5.22mm$$

K7h=0.726 Según la Tabla 2

$$RMG = r * k$$

$$RMG = 5.22mm \times 0.726 = 3.79mm$$

$$DMG = D \sqrt[3]{16} = 2.52D$$

$$DMG = 2.52 \times 10.45mm = 26.334mm$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \times \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \times \ln\left(\frac{26.334\text{mm}}{3.79\text{mm}}\right) = 0.000000387 \frac{\Omega}{\text{mm}}$$

$$XL = 2 \times \pi \times f * L$$

$$XL = 2 \times \pi \times 60\text{Hz} * \left(0.000000387 \frac{\Omega}{\text{mm}}\right)$$

$$XL = 0.000146 \frac{\Omega}{\text{mm}}$$

$$XL = 0.000143 \frac{\Omega}{\text{mm}} \times \left|\frac{10\text{mm}}{1\text{cm}}\right| \times \left|\frac{2.54\text{cm}}{1\text{pulg}}\right| \times \left|\frac{12\text{pulg}}{1\text{pie}}\right|$$

$$XL = 0.045 \frac{\Omega}{\text{pie}}$$

Cálculo de caídas de voltaje de los sub tableros a las cargas

$$\theta = \cos^{-1} 0,85 = 31,78^\circ$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * (R * I * \cos \theta + X * I * \sin \theta) * l}{1000 * \# \text{ conductores por fase}}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * (0,190 * 159,10 * 0,85 + 0,0450 * 159,10 * 0,526) * 22,96}{1000 * 1}$$

$$= 1,17 \text{ V}$$

Cálculo del porcentaje de caídas de voltaje

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{KV * 1000}$$

$$\Delta V\% = \frac{1,17}{0,22 * 1000}$$

$$= 0,53\%$$

Cálculo de la corriente de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{\# \text{ conductores por fase} * K_v * 1000 * 1000}{\sqrt{3} * \sqrt{R^2 + X^2} * l}$$

$$I_{cc} = \frac{1 * 0,22 * 1000 * 1000}{\sqrt{3} * \sqrt{0,190^2 + 0,0450^2} * 22,96}$$

$$= 28332,52 \text{ A}$$

Cálculo de las Pérdidas de Potencia

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \frac{L * P}{K * S * V^2 * \text{Cos}^2 \phi}$$

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \frac{7m * 50.50Kw}{56 * 33.60 * 220^2 * 0.85^2}$$

$$\text{Pérdidas de Potencia} = 0.005Kw$$

Cálculo de las Pérdidas de Energía Mensual (Julio)

*Dias laborables de Julio* = 21 en el Anexo 9

*Penergía* = Ppotencia × dias × horas

$$Penergía = 0.005Kw \times 21 * 20 = 2.26Kwh \text{ Mensual}$$

**Tabla 24:** Horas laborales en la Empresa Molinos Poulter S.A

Jornada de trabajo de Molinos Poulter S.A	
Jornada	

6am-6pm	10 horas de trabajo
6pm-6am	10 horas de trabajo

**Fuente:** Empresa “Molinos Poulter S.A”

\* La empresa “Molinos Poulter S.A” tiene un receso de 2 horas las cuales corresponden al almuerzo, el horario habitual de trabajo es 10 horas.

$$P_{\text{energía}} = 787.19 \text{Kw/h}$$

**Datos:**

**Tablero de Trigo TA2 TRIGO**

Motor de 150Kw

Calibre #250MCM

Diámetro Exterior=19,44mm en el Anexo 11

$$r = \frac{19.44}{2} = 9.72 \text{mm}$$

K37h=0.768

$$RMG = 9.72 \text{mm} \times 0.768 = 7.46 \text{mm}$$

$$DMG = D \sqrt[3]{16} = 2.52D$$

$$DMG = 2.52 \times 19.44 \text{mm} = 48.99 \text{mm}$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \times \ln\left(\frac{48.99 \text{mm}}{7.46 \text{mm}}\right) = 0.000000376 \frac{\Omega}{\text{mm}}$$

$$XL = 2 \times \pi \times 60 \text{Hz} * \left(0.000000376 \frac{\Omega}{\text{mm}}\right)$$

$$XL = 0.000143 \frac{\Omega}{mm}$$

$$XL = 0.000141 \frac{\Omega}{mm} \times \left| \frac{10mm}{1cm} \right| \times \left| \frac{2.54cm}{1pulg} \right| \times \left| \frac{12pulg}{1pie} \right|$$

$$XL = 0.04 \frac{\Omega}{pie}$$

Rendimiento en transformadores

$$\eta = \frac{Ps}{Ps + Pcu + Ph}$$

Rendimiento del Transformador de 800 KVA de trigo

$$Pp\acute{e}rdida(Pcu + Ph) = 3.16 KW$$

$$S = \frac{3.16KW}{0.94} = 3.36KVA$$

$$\eta = \frac{793.74KVA}{793.74KVA + 3.36KVA} = 0.99$$

Rendimiento del Transformador de 800 KVA de Maíz

$$S = \frac{1.95KW}{0.93} = 2.09KVA$$

$$\eta = \frac{Ps}{Ps + Pcu + Ph}$$

$$\eta = \frac{793.74KVA}{793.74KVA + 2.09KVA} \times 100 = 0.99$$

Rendimiento del Transformador de 50 KVA de Iluminación

$$S = \frac{0.36KW}{0.81} = 0.44KVA$$

$$\eta = \frac{Ps}{P2 + Pcu + Ph}$$

$$\eta = \frac{49.88KVA}{49.88KVA + 0.44KVA} = 0.98$$

Pérdidas de potencia en conductor

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \frac{100 * L * P}{K * S * V^2 * \text{Cos}^2\phi}$$

Cálculo de las Pérdidas de Energía Mensual (Julio)

*Dias laborables de Julio = 21 en el Anexo 9*

$$Penergia = Ppotencia \times dias * horas$$

Tablero general a los Sub tableros

TA1 molino de Maíz

**Tabla 25:** Potencia en los Sub tableros con factor de simultaneidad

	MOTORES	POTENCIA	FACTOR DE SIMULTANEIDAD
TA1	Motor mayor KW	55	55
	Segundo motor KW	24,16	18,12
	Resto de motores KW	59,61	35,766
		TOTAL	108,886

**Fuente:** Los Postulantes

## Desde el Transformador – Tableros Generales

**Tabla 26:** Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los transformadores a los tableros principales

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	LONGITUD [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TABLERO GENERAL	TRANSFORMADOR DE TRIGO(800KVA) A TG1	0,22	800,00	85%	13,12	2.099,46	0,04	0,040	2,546	1,16%	350	175471,22	7(3*350THHN)+3(1*350THHN)+ GND	0,009	3,87
	TRANSFORMADOR DE MAÍZ (800KVA) A TG1	0,22	800,00	85%	13,12	2.099,46	0,04	0,040	2,546	1,16%	350	175471,22	7(3*350THHN)+3(1*350THHN)+ GND	0,009	3,87
	TRANSFORMADOR DE ILUMINACION (50KVA) A TG1	0,22	50,00	85%	9,84	131,22	0,06	0,041	0,166	0,08%	4/0	173660,41	2(3*4/0AWG)+3(1*8AWG)+ GND	0,001	0,30

Realizado por: Los Postulantes

## Desde Tableros Generales - Sub Tableros

**Tabla 27:** Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a los sub tableros

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (Wh) mensual
TP maíz	TA1	0,22	108,89	85%	29,52	343,04	0,100	0,043	1,89	0,86%	2/0	39528,00	3*2/0THHN+1*2/0THHN + GND	0,007	3,12
	TA2	0,22	247,20	85%	39,36	778,78	0,062	0,041	3,94	1,79%	4/0	43415,10	3*4/0 THHN+1*4/0 THHN + GND	0,014	5,93
	TA3	0,22	3,48	85%	49,20	10,95	3,100	0,058	2,49	1,13%	14	832,64	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,012	5,08
	TA4	0,22	123,11	85%	59,04	387,85	0,062	0,041	2,95	1,34%	4/0	28943,40	3*4/0 THHN+1*4/0 THHN + GND	0,011	4,43
	TA5	0,22	33,81	85%	68,88	106,52	0,120	0,044	1,59	0,72%	1/0	14427,67	3*1/0 THHN+1*1/0 THHN + GND	0,007	2,85
TP trigo	TA1	0,22	90,33	85%	29,52	284,59	0,062	0,041	1,08	0,49%	4/0	57886,80	3*4/0 THHN+1*4/0 THHN + GND	0,004	1,63
	TA2	0,22	234,13	85%	39,36	737,62	0,038	0,040	2,68	1,22%	350	58490,41	3*350 THHN+1*350 THHN + GND	0,008	3,40

TA3	0,22	6,19	85%	49,20	19,49	0,780	0,052	1,15	0,52%	8	3302,47	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,006	2,37
TA4	0,22	109,45	85%	59,04	344,83	0,038	0,040	1,88	0,86%	350	38993,60	3*350 THHN+1*350 THHN + GND	0,006	2,38
TA5	0,22	147,14	85%	68,88	463,57	0,027	0,039	2,41	1,09%	500	38875,65	3*500 THHN+1*500 THHN + GND	0,006	2,62
TA6	0,22	41,73	85%	78,72	131,47	0,120	0,044	2,24	1,02%	1/0	12624,21	3*1/0 THHN+1*1/0 THHN + GND	0,010	4,01

Realizado por: Los Postulantes

### Desde Tableros Generales – Cargas de Trigo (800KVA)

**Tabla 28:** Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a las cargas del molino de trigo

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) Mensual
TA1 TRIGO	MOTOR 1	0,22	50,50	85%	22,96	159,10	0,19	0,05	1,17	0,53%	2	28332,52	3*2 THHN+1*2 THHN + GND	0,005	2,26
	MOTOR 2	0,22	0,55	85%	26,24	1,73	3,10	0,06	0,21	0,10%	14	1561,21	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,43
	MOTOR 3	0,22	1,70	85%	31,16	5,36	3,10	0,06	0,77	0,35%	14	1314,70	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,57
	MOTOR 4	0,22	4,50	85%	36,08	14,18	2,00	0,05	1,53	0,70%	12	1759,57	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,008	3,22
	MOTOR 5	0,22	2,40	85%	39,36	7,56	2,00	0,05	0,89	0,40%	12	1612,94	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,87
	MOTOR 6	0,22	0,78	85%	42,64	2,46	3,10	0,06	0,48	0,22%	14	960,74	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,99
	MOTOR 7	0,22	2,40	85%	45,92	7,56	2,00	0,05	1,04	0,47%	12	1382,52	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	2,18
	MOTOR 8	0,22	0,78	85%	49,20	2,46	3,10	0,06	0,56	0,25%	14	832,64	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,003	1,14
	MOTOR 9	0,22	2,40	85%	52,48	7,56	2,00	0,05	1,19	0,54%	12	1209,71	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,006	2,50
	MOTOR 10	0,22	0,78	85%	55,76	2,46	3,10	0,06	0,63	0,29%	14	734,69	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,003	1,29
	MOTOR 11	0,22	2,40	85%	59,04	7,56	2,00	0,05	1,34	0,61%	12	1075,29	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,007	2,81
	MOTOR 12	0,22	0,78	85%	62,32	2,46	3,10	0,06	0,71	0,32%	14	657,35	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,003	1,44

MOTOR 13	0,22	2,40	85%	65,60	7,56	2,00	0,05	1,48	0,67%	12	967,77	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,007	3,12
MOTOR 14	0,22	0,78	85%	68,88	2,46	3,10	0,06	0,78	0,36%	14	594,75	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,60
MOTOR 15	0,22	2,40	85%	70,52	7,56	2,00	0,05	1,60	0,73%	12	900,25	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,008	3,35
MOTOR 16	0,22	0,78	85%	72,16	2,46	3,10	0,06	0,82	0,37%	14	567,71	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,67
MOTOR 17	0,22	2,40	85%	73,80	7,56	2,00	0,05	1,67	0,76%	12	860,24	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,008	3,51
MOTOR 18	0,22	2,40	85%	75,44	7,56	2,00	0,05	1,71	0,78%	12	841,53	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,009	3,59
MOTOR 19	0,22	2,40	85%	77,08	7,56	2,00	0,05	1,74	0,79%	12	823,63	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,009	3,67
MOTOR 20	0,22	2,40	85%	81,34	7,56	2,00	0,05	1,84	0,84%	12	780,46	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,009	3,87
PISO 0														
MOTOR 1	0,22	12,60	85%	120,05	39,70	1,200000	0,050000	8,64	3,93%	10	880,95	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,044	18,66
MOTOR 2	0,22	0,85	85%	116,44	2,68	3,100000	0,058000	1,44	0,65%	14	351,82	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,94
MOTOR 3	0,22	0,85	85%	114,80	2,68	3,100000	0,058000	1,42	0,65%	14	356,85	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,90
MOTOR 4	0,22	0,85	85%	113,16	2,68	3,100000	0,058000	1,40	0,64%	14	362,02	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,86
MOTOR 5	0,22	0,85	85%	111,52	2,68	3,100000	0,058000	1,38	0,63%	14	367,34	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,82
MOTOR 6	0,22	0,54	85%	108,90	1,70	3,100000	0,058000	0,86	0,39%	14	376,19	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,75
MOTOR 7	0,22	0,54	85%	106,60	1,70	3,100000	0,058000	0,84	0,38%	14	384,30	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,71
MOTOR 8	0,22	0,60	85%	104,96	1,89	3,100000	0,058000	0,92	0,42%	14	390,30	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,87
MOTOR 9	0,22	1,00	85%	103,98	2,35	2,000000	0,054000	0,73	0,33%	12	610,58	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	2,06
MOTOR 10	0,22	0,54	85%	103,32	1,70	3,100000	0,058000	0,81	0,37%	14	396,50	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,66
MOTOR 11	0,22	1,20	85%	101,68	3,78	3,100000	0,058000	1,77	0,81%	14	402,89	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,009	3,63

MOTOR 12	0,22	2,40	85%	98,40	5,64	3,100000	0,058000	2,56	1,16%	14	416,32	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,017	7,02
MOTOR 13	0,22	0,85	85%	95,12	2,68	3,100000	0,058000	1,18	0,53%	14	430,68	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,006	2,40
MOTOR 14	0,22	5,00	85%	91,84	15,75	2,000000	0,054000	4,33	1,97%	12	691,26	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,022	9,10

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	LONGITUD [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TA2 TRIGO	MOTOR 1	0,22	0,30	85%	32,80	0,95	3,10	0,06	0,14	0,07%	14	1248,97	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,29
	MOTOR 2	0,22	0,30	85%	34,44	0,95	3,10	0,06	0,15	0,07%	14	1189,49	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,31
	MOTOR 3	0,22	15,00	85%	36,08	47,26	0,31	0,05	0,85	0,39%	4	11222,49	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,004	1,68
	MOTOR 4	0,22	0,37	85%	37,72	1,17	3,10	0,06	0,20	0,09%	14	1086,06	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,41
	MOTOR 5	0,22	0,50	85%	39,36	1,18	3,10	0,06	0,21	0,10%	14	1040,80	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,58
	MOTOR 6	0,22	0,75	85%	41,00	2,36	2,00	0,05	0,29	0,13%	12	1548,42	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,001	0,61
	MOTOR 7	0,22	2,20	85%	42,64	6,93	2,00	0,05	0,88	0,40%	12	1488,87	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,86
	MOTOR 8	0,22	0,90	85%	44,28	2,84	2,00	0,05	0,38	0,17%	12	1433,73	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,002	0,79
	MOTOR 9	0,22	2,20	85%	45,92	6,93	2,00	0,05	0,95	0,43%	12	1382,52	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	2,00
	MOTOR 10	0,22	0,55	85%	47,56	1,73	3,10	0,06	0,38	0,17%	14	861,36	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,78
	MOTOR 11	0,22	0,50	85%	49,20	1,18	3,10	0,06	0,27	0,12%	14	832,64	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,73
	MOTOR 12	0,22	150,00	85%	50,84	472,57	0,05	0,04	2,74	1,24%	250	37728,69	3*250 THHN+1*250 THHN + GND	0,009	3,94
	MOTOR 13	0,22	4,80	85%	52,48	15,12	1,20	0,05	1,44	0,65%	10	2015,16	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,007	3,11
	MOTOR 14	0,22	4,80	85%	54,12	15,12	1,20	0,05	1,48	0,67%	10	1954,10	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,008	3,20
	MOTOR 15	0,22	4,80	85%	55,76	15,12	1,20	0,05	1,53	0,69%	10	1896,62	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,008	3,30
	MOTOR 16	0,22	1,20	85%	62,98	3,78	3,10	0,06	1,10	0,50%	14	650,50	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,005	2,25
	MOTOR 17	0,22	40,00	85%	57,40	94,01	0,31	0,05	2,70	1,23%	4	7054,14	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,017	7,12
	MOTOR 18	0,22	40,00	85%	59,04	94,01	0,31	0,05	2,78	1,26%	4	6858,19	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,017	7,32
	MOTOR 19	0,22	40,00	85%	60,68	94,01	0,31	0,05	2,85	1,30%	4	6672,83	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,018	7,52

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
-------	-------	--------------	----------	----------	----------------	------------	----------------------	---------------------	---------------	---------------	---------	-------------	-------------	--------------------	----------------------------

TA3 TRIGO	MOTOR 1	0,22	1,50	85%	62,32	4,73	3,10	0,06	1,36	0,62%	14	657,35	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,78
	MOTOR 2	0,22	0,90	85%	65,60	2,84	3,10	0,06	0,86	0,39%	14	624,48	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,75
	MOTOR 3	0,22	2,20	85%	68,88	6,93	2,00	0,05	1,43	0,65%	12	921,68	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,007	3,00
	MOTOR 4	0,22	0,78	85%	72,16	2,46	3,10	0,06	0,82	0,37%	14	567,71	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,67
	MOTOR 5	0,22	0,40	85%	75,44	1,26	3,10	0,06	0,44	0,20%	14	543,03	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,90
	MOTOR 6	0,22	1,20	85%	78,72	3,78	3,10	0,06	1,37	0,62%	14	520,40	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,81
	MOTOR 7	0,22	2,00	85%	85,28	4,70	2,00	0,05	1,20	0,55%	12	744,43	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,008	3,38

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TA4 TRIGO	MOTOR 1	0,22	1,80	85%	29,52	5,67	3,10	0,06	0,77	0,35%	14	1387,74	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,58
	MOTOR 2	0,22	2,50	85%	31,16	7,88	2,00	0,05	0,73	0,33%	12	2037,40	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,54
	MOTOR 3	0,22	1,80	85%	32,80	5,67	3,10	0,06	0,86	0,39%	14	1248,97	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,75
	MOTOR 4	0,22	2,50	85%	34,44	7,88	2,00	0,05	0,81	0,37%	12	1843,36	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,71
	MOTOR 5	0,22	1,20	85%	36,08	3,78	3,10	0,06	0,63	0,29%	14	1135,42	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,003	1,29
	MOTOR 6	0,22	0,90	85%	37,72	2,84	3,10	0,06	0,49	0,22%	14	1086,06	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	1,01
	MOTOR 7	0,22	1,20	85%	39,36	3,78	3,10	0,06	0,69	0,31%	14	1040,80	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,003	1,40
	MOTOR 8	0,22	0,85	85%	41,00	2,68	3,10	0,06	0,51	0,23%	14	999,17	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	1,04
	MOTOR 9	0,22	3,30	85%	42,64	10,40	2,00	0,05	1,33	0,60%	12	1488,87	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,007	2,79
	MOTOR 10	0,22	15,00	85%	44,28	35,25	0,78	0,05	1,87	0,85%	8	3669,42	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,012	5,17
	MOTOR 11	0,22	15,00	85%	45,92	35,25	0,78	0,05	1,94	0,88%	8	3538,36	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,013	5,36
	MOTOR 12	0,22	15,00	85%	47,56	35,25	0,78	0,05	2,00	0,91%	8	3416,35	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,013	5,55
	MOTOR 13	0,22	15,00	85%	62,65	35,25	0,78	0,05	2,64	1,20%	8	2593,57	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,017	7,32
	MOTOR 14	0,22	1,10	85%	49,20	3,47	3,10	0,06	0,79	0,36%	14	832,64	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,61
	MOTOR 15	0,22	1,10	85%	50,84	3,47	3,10	0,06	0,81	0,37%	14	805,78	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,66
	MOTOR 16	0,22	1,10	85%	52,48	3,47	3,10	0,06	0,84	0,38%	14	780,60	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,72
	MOTOR 17	0,22	1,10	85%	54,12	3,47	3,10	0,06	0,87	0,39%	14	756,95	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,77
	MOTOR 18	0,22	0,40	85%	55,76	1,26	3,10	0,06	0,32	0,15%	14	734,69	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,66
	MOTOR 19	0,22	0,85	85%	57,40	2,68	2,00	0,05	0,46	0,21%	12	1106,02	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,002	0,97

MOTOR 20	0,22	0,55	85%	59,04	1,73	3,10	0,06	0,47	0,21%	14	693,87	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,97
MOTOR 21	0,22	0,55	85%	60,68	1,73	3,10	0,06	0,49	0,22%	14	675,12	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,99
MOTOR 1	0,22	0,90	95%	65,60	2,54	3,10	0,06	0,85	0,39%	14	624,48	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,75
MOTOR 2	0,22	7,50	95%	82,00	21,14	1,20	0,05	3,47	1,58%	10	1289,70	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,018	7,59
MOTOR 3	0,22	0,90	95%	102,34	2,54	3,10	0,06	1,33	0,61%	14	400,31	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,74
MOTOR 1	0,22	6,00	95%	131,20	16,91	1,20	0,05	4,44	2,02%	10	806,07	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,023	9,71
MOTOR 2	0,22	1,20	95%	129,56	3,38	3,10	0,06	2,25	1,02%	14	316,19	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,011	4,62
MOTOR 3	0,22	3,30	95%	127,92	9,30	2,00	0,05	3,95	1,80%	12	496,29	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,020	8,36
MOTOR 4	0,22	4,50	95%	124,64	12,68	2,00	0,05	5,25	2,39%	12	509,35	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,026	11,11
MOTOR 5	0,22	47,50	95%	123,00	133,89	0,31	0,05	8,83	4,01%	4	3291,93	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,043	18,11
MOTOR 6	0,22	7,50	95%	118,08	21,14	1,20	0,05	5,00	2,27%	10	895,63	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,026	10,93
MOTOR 7	0,22	0,55	95%	116,44	1,55	3,10	0,06	0,93	0,42%	14	351,82	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,005	1,90
MOTOR 8	0,22	0,55	95%	115,13	1,55	3,10	0,06	0,92	0,42%	14	355,83	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,88

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual	
TA5 TRIGO EXTERIORES	MOTOR 1	0,22	75,00	85%	100,37	236,28	0,10	0,04	4,42	2,01%	2/0	11625,88	3*2/0 THHN+1*2/0 THHN + GND	0,017	7,30	
	MOTOR 2	0,22	2,00	85%	98,40	4,70	2,00	0,05	1,38	0,63%	12	645,18	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,009	3,90	
	MOTOR 3	0,22	11,00	85%	95,12	34,65	0,31	0,05	1,65	0,75%	4	4256,81	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,008	3,24	
	MOTOR 4	0,22	9,47	85%	93,48	29,83	0,78	0,05	3,34	1,52%	8	1738,14	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,016	6,89	
	MOTOR 5	0,22	0,55	85%	91,84	1,73	3,10	0,06	0,73	0,33%	14	446,06	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,50	
	MOTOR 1	0,22	15,00	85%	129,89	47,26	0,78	0,05	7,34	3,34%	8	1250,94	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,036	15,17	
	MOTOR 2	0,22	0,15	85%	127,92	0,46	3,10	0,06	0,27	0,12%	14	320,25	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,55	
	MOTOR 3	0,22	5,50	85%	126,94	17,33	2,00	0,05	6,58	2,99%	12	500,14	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,033	13,83	
	MOTOR 4	0,22	3,00	85%	126,28	7,05	2,00	0,05	2,67	1,21%	12	502,74	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,018	7,51	

MOTOR 5	0,22	3,00	85%	124,64	7,05	2,00	0,05	2,63	1,20%	12	509,35	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,018	7,41
MOTOR 6	0,22	15,00	85%	123,00	35,25	1,20	0,05	7,86	3,57%	10	859,80	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,054	22,76
MOTOR 7	0,22	1,70	85%	121,36	5,36	3,10	0,06	3,00	1,36%	14	337,56	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,015	6,13
MOTOR 8	0,22	30,00	85%	120,38	94,51	0,19	0,05	3,65	1,66%	2	5404,02	3*2 THHN+1*2 THHN + GND	0,017	7,03
MOTOR 9	0,22	1,70	85%	119,72	5,36	3,10	0,06	2,96	1,35%	14	342,18	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,014	6,05
MOTOR 10	0,22	3,80	85%	118,08	11,97	3,10	0,06	6,53	2,97%	14	346,93	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,032	13,34
MOTOR 11	0,22	10,00	85%	116,44	31,50	0,31	0,05	1,83	0,83%	4	3477,39	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,009	3,61
MOTOR 12	0,22	3,00	85%	114,80	7,05	2,00	0,05	2,42	1,10%	12	553,01	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,016	6,82
MOTOR 13	0,22	3,00	85%	113,16	7,05	2,00	0,05	2,39	1,09%	12	561,02	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,016	6,73
MOTOR 14	0,22	3,00	85%	111,52	7,05	2,00	0,05	2,35	1,07%	12	569,27	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,016	6,63

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TA6 RECEPCIÓN TRIGO	MOTOR 1	0,22	8,50	85%	102,01	26,78	0,780	0,052	3,27	1,48%	8	1592,83	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,016	6,75
	MOTOR 2	0,22	1,50	85%	88,56	4,73	3,100	0,058	1,93	0,88%	14	462,58	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,009	3,95
	MOTOR 3	0,22	8,50	85%	89,87	26,78	0,780	0,052	2,88	1,31%	8	1807,92	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,014	5,95
	MOTOR 4	0,22	3,00	85%	90,20	9,45	2,000	0,054	2,55	1,16%	12	703,83	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,013	5,36
	MOTOR 5	0,22	15,00	85%	91,84	47,26	0,310	0,048	2,17	0,99%	4	4408,83	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,010	4,27
	MOTOR 6	0,22	0,55	85%	93,48	1,73	3,100	0,058	0,75	0,34%	14	438,23	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,53
	MOTOR 7	0,22	10,00	85%	94,14	31,50	0,780	0,052	3,55	1,61%	8	1726,03	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,017	7,33
	MOTOR 8	0,22	10,00	85%	95,12	31,50	0,780	0,052	3,58	1,63%	8	1708,18	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,018	234,90

Realizado por: Los Postulantes

### Desde Tableros Generales – Cargas de Maíz (800KVA)

Tabla 29: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a las cargas del molino de maíz

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual	
TA1 MAÍZ	MOTOR 1	0,22	1,50	85%	106,60	4,73	3,100	0,058	2,33	1,06%	14	384,30	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,011	4,75	
	MOTOR 2	0,22	0,80	85%	112,18	2,52	3,100	0,058	1,31	0,59%	14	365,19	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,006	2,67	
	MOTOR 3	0,22	1,10	85%	114,80	3,47	2,000	0,054	1,19	0,54%	12	553,01	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,006	2,50	
	MOTOR 4	0,22	3,00	85%	123,33	9,45	2,000	0,054	3,49	1,59%	12	514,77	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,017	7,33	
	MOTOR 5	0,22	55,00	85%	124,64	173,27	0,120	0,044	4,68	2,13%	1/0	7973,18	3*1/0 THHN+1*1/0 THHN + GND	0,020	8,38	
	MOTOR 6	0,22	0,55	85%	126,28	1,73	3,100	0,058	1,01	0,46%	14	324,41	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,005	2,06	
	MOTOR 7	0,22	2,00	85%	126,94	4,70	3,100	0,058	2,75	1,25%	14	322,73	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,018	7,55	
	MOTOR 8	0,22	2,00	85%	127,92	4,70	3,100	0,058	2,78	1,26%	14	320,25	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,018	7,60	
	MOTOR 9	0,22	0,75	85%	129,23	2,36	2,000	0,054	0,91	0,42%	12	491,25	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	1,92	
	MOTOR 10	0,22	1,50	85%	125,95	4,73	3,100	0,058	2,75	1,25%	14	325,25	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,013	5,62	
	MOTOR 11	0,22	1,10	85%	121,36	3,47	2,000	0,054	1,26	0,57%	12	523,12	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,006	2,65	
	MOTOR 12	0,22	2,00	85%	119,72	4,70	3,100	0,058	2,60	1,18%	14	342,18	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,017	7,12	
	MOTOR 13	0,22	0,85	85%	116,77	2,68	3,100	0,058	1,44	0,66%	14	350,83	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,007	2,95	
	MOTOR 14	0,22	24,16	85%	114,14	76,11	0,100	0,043	1,62	0,74%	2/0	10222,76	3*2/0 THHN+1*2/0 THHN + GND	0,006	2,68	
	MOTOR 15	0,22	24,00	85%	110,86	75,61	0,100	0,043	1,56	0,71%	2/0	10525,21	3*2/0 THHN+1*2/0 THHN + GND	0,006	2,58	
	MOTOR 16	0,22	4,00	85%	121,36	12,60	2,000	0,054	4,58	2,08%	12	523,12	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,023	9,62	
	MOTOR 1	0,22	0,12	85%	18,37	0,38	3,100	0,058	0,03	0,01%	14	2230,30	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,07	
	MOTOR 2	0,22	0,12	85%	22,30	0,38	3,100	0,058	0,04	0,02%	14	1836,71	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,08	
	MOTOR 3	0,22	0,40	85%	20,99	1,26	3,100	0,058	0,12	0,06%	14	1951,51	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,25	
	MOTOR 4	0,22	4,00	85%	23,62	12,60	2,000	0,054	0,89	0,40%	12	2688,24	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,87	
	MOTOR 5	0,22	4,00	85%	25,91	12,60	2,000	0,054	0,98	0,44%	12	2450,04	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	2,05	
	MOTOR 6	0,22	0,30	85%	27,22	0,95	3,100	0,058	0,12	0,05%	14	1504,78	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,24	
	MOTOR 7	0,22	0,30	85%	29,52	0,95	3,100	0,058	0,13	0,06%	14	1387,74	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,26	
	MOTOR 8	0,22	0,30	85%	30,83	0,95	3,100	0,058	0,13	0,06%	14	1328,69	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,27	
	MOTOR 9	0,22	0,55	85%	31,16	1,73	3,100	0,058	0,25	0,11%	14	1314,70	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,51	

	MOTOR 10	0,22	5,90	85%	32,05	18,59	1,200	0,050	1,08	0,49%	10	3300,17	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,006	2,33
--	----------	------	------	-----	-------	-------	-------	-------	------	-------	----	---------	---------------------------	-------	------

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [Ω/kft]	XL [Ω/kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual	
TA2 MAÍZ	MOTOR 1	0,22	15,00	85%	63,21	47,26	0,310	0,048	1,49	0,68%	4	6406,19	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,007	2,94	
	MOTOR 2	0,22	1,27	85%	62,32	4,00	2,000	0,054	0,75	0,34%	12	1018,70	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,57	
	MOTOR 3	0,22	5,00	85%	61,34	15,75	1,200	0,050	1,75	0,80%	10	1724,20	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,009	3,78	
	MOTOR 4	0,22	1,27	85%	60,68	4,00	2,000	0,054	0,73	0,33%	12	1046,23	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,004	1,53	
	MOTOR 5	0,22	3,00	85%	59,04	9,45	2,000	0,054	1,67	0,76%	12	1075,29	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,008	3,51	
	MOTOR 6	0,22	17,00	85%	55,76	39,95	0,780	0,052	2,66	1,21%	8	2913,95	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,018	7,38	
	MOTOR 7	0,22	0,55	85%	55,10	1,73	3,100	0,058	0,44	0,20%	14	743,43	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,90	
	MOTOR 8	0,22	0,55	85%	54,45	1,73	3,100	0,058	0,44	0,20%	14	752,39	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,89	
	MOTOR 9	0,22	0,06	85%	53,14	0,17	3,100	0,058	0,04	0,02%	14	770,97	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,09	
	MOTOR 10	0,22	0,12	85%	50,84	0,38	3,100	0,058	0,09	0,04%	14	805,78	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,18	
	MOTOR 11	0,22	0,06	85%	49,86	0,17	3,100	0,058	0,04	0,02%	14	821,69	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,08	
	MOTOR 12	0,22	0,12	85%	49,20	0,38	3,100	0,058	0,09	0,04%	14	832,64	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,18	
	MOTOR 13	0,22	0,12	85%	48,22	0,38	3,100	0,058	0,08	0,04%	14	849,64	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,000	0,17	
	MOTOR 14	0,22	0,55	85%	46,58	1,73	3,100	0,058	0,37	0,17%	14	879,55	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,002	0,76	
	MOTOR 15	0,22	2,20	85%	45,92	6,93	2,000	0,054	0,95	0,43%	12	1382,52	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	2,00	
	MOTOR 16	0,22	4,00	85%	45,26	12,60	2,000	0,054	1,71	0,78%	12	1402,56	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,009	3,59	
	MOTOR 17	0,22	52,00	85%	44,28	163,82	0,120	0,044	1,57	0,71%	1/0	22443,03	3*1/0 THHN+1*1/0 THHN + GND	0,007	2,81	
	MOTOR 18	0,22	0,37	85%	43,30	1,17	3,100	0,058	0,23	0,11%	14	946,19	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,48	
	MOTOR 19	0,22	0,37	85%	41,00	1,17	3,100	0,058	0,22	0,10%	14	999,17	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,001	0,45	
	MOTOR 1	0,22	0,50	85%	121,36	1,18	3,100	0,058	0,66	0,30%	14	337,56	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,80	
	MOTOR 2	0,22	3,45	85%	123,00	10,87	2,000	0,054	4,00	1,82%	12	516,14	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,020	8,41	
	MOTOR 3	0,22	1,00	85%	124,64	2,35	3,100	0,058	1,35	0,61%	14	328,68	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,009	3,70	
	MOTOR 4	0,22	2,20	85%	129,56	6,93	2,000	0,054	2,69	1,22%	12	490,01	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,013	5,65	
	MOTOR 5	0,22	5,00	85%	131,20	15,75	2,000	0,054	6,19	2,81%	12	483,88	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,031	13,00	
	MOTOR 6	0,22	4,00	85%	135,14	12,60	2,000	0,054	5,10	2,32%	12	469,79	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,026	10,71	
	MOTOR 7	0,22	0,55	85%	136,45	1,73	3,100	0,058	1,09	0,50%	14	300,23	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,005	2,23	

MOTOR 8	0,22	17,30	85%	137,76	54,50	0,310	0,048	3,76	1,71%	4	2939,22	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,018	7,39
MOTOR 9	0,22	54,00	85%	150,88	170,12	0,120	0,044	5,57	2,53%	1/0	6586,54	3*1/0 THHN+1*1/0 THHN + GND	0,024	9,96
MOTOR 10	0,22	2,20	85%	154,82	6,93	2,000	0,054	3,21	1,46%	12	410,07	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,016	6,75
MOTOR 11	0,22	22,00	85%	147,60	69,31	0,310	0,048	5,12	2,33%	4	2743,27	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,024	10,06
MOTOR 12	0,22	4,00	85%	145,96	12,60	2,000	0,054	5,51	2,50%	12	434,95	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,028	11,57
MOTOR 13	0,22	15,00	85%	141,04	47,26	0,310	0,048	3,33	1,52%	4	2870,87	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,016	6,56
MOTOR 14	0,22	5,00	85%	136,12	15,75	2,000	0,054	6,42	2,92%	12	466,39	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,032	13,49
MOTOR 15	0,22	5,00	95%	127,59	14,09	2,000	0,054	5,97	2,71%	12	497,57	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,030	12,64
MOTOR 16	0,22	5,00	95%	121,36	14,09	2,000	0,054	5,68	2,58%	12	523,12	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,029	12,02
MOTOR 17	0,22	12,00	95%	114,80	25,23	0,310	0,048	1,55	0,71%	4	3527,07	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,010	4,27
MOTOR 18	0,22	21,00	95%	111,52	44,16	0,310	0,048	2,64	1,20%	4	3630,80	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,017	7,26
MOTOR 19	0,22	1,50	95%	104,96	4,23	3,100	0,058	2,28	1,04%	14	390,30	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,011	4,68
MOTOR 20	0,22	15,00	95%	90,20	42,28	0,310	0,048	2,04	0,93%	4	4489,00	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,010	4,19
MOTOR 21	0,22	0,75	95%	85,28	2,11	3,100	0,058	0,93	0,42%	14	480,37	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,005	1,90
MOTOR 22	0,22	15,00	95%	84,30	42,28	0,310	0,048	1,91	0,87%	4	4803,40	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,009	3,92
MOTOR 23	0,22	12,00	95%	82,00	25,23	0,310	0,048	1,11	0,50%	4	4937,89	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,007	3,05
MOTOR 1	0,22	3,00	85%	246,00	9,45	3,100	0,058	10,73	4,88%	14	166,53	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,052	21,94
MOTOR 2	0,22	11,00	85%	236,16	25,85	0,780	0,052	7,30	3,32%	8	688,02	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,048	20,22
MOTOR 3	0,22	10,00	85%	231,57	31,50	0,780	0,052	8,72	3,97%	8	701,66	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,043	18,03
MOTOR 4	0,22	25,00	85%	223,04	58,76	0,310	0,048	6,55	2,98%	4	1815,40	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,041	17,28
MOTOR 5	0,22	0,75	85%	209,92	2,36	3,100	0,058	2,29	1,04%	14	195,15	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,011	4,68
MOTOR 6	0,22	4,00	85%	190,24	9,40	2,000	0,054	5,35	2,43%	12	333,71	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,036	15,08
MOTOR 7	0,22	0,75	85%	183,68	1,97	3,100	0,058	1,86	0,84%	14	223,03	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,010	4,09

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TA3 R.MAÍZ	MOTOR 1	0,22	1,70	85%	42,64	5,36	3,100	0,058	1,05	0,48%	14	960,74	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,005	2,15
	MOTOR 2	0,22	2,20	85%	36,08	6,93	0,780	0,052	0,30	0,14%	8	4503,37	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,001	0,62

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TA4 R.MAÍZ	MOTOR 1	0,22	3,00	85%	36,08	7,05	2,000	0,054	0,76	0,35%	12	1759,57	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,005	2,14
	MOTOR 2	0,22	2,20	85%	39,36	6,93	0,780	0,052	0,33	0,15%	8	4128,09	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,002	0,67
	MOTOR 3	0,22	0,55	85%	41,00	1,73	2,000	0,054	0,21	0,10%	12	1548,42	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,001	0,45
	MOTOR 4	0,22	3,70	85%	42,64	11,66	2,000	0,054	1,49	0,68%	12	1488,87	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,007	3,13
	MOTOR 5	0,22	3,00	85%	44,28	7,05	2,000	0,054	0,93	0,42%	12	1433,73	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,006	2,63
	MOTOR 6	0,22	5,00	85%	45,26	11,75	0,310	0,048	0,27	0,12%	4	8945,46	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,002	0,70
	MOTOR 7	0,22	7,50	85%	45,92	17,63	0,310	0,048	0,40	0,18%	4	8817,67	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,003	1,07
	MOTOR 8	0,22	7,50	85%	47,56	17,63	0,310	0,048	0,42	0,19%	4	8513,61	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,003	1,11
	MOTOR 9	0,22	7,50	85%	48,38	17,63	0,310	0,048	0,43	0,19%	4	8369,31	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,003	1,12
	MOTOR 10	0,22	7,50	85%	49,20	17,63	0,310	0,048	0,43	0,20%	4	8229,82	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,003	1,14
	MOTOR 11	0,22	2,20	85%	50,84	6,93	0,780	0,052	0,42	0,19%	8	3195,94	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,002	0,87
	MOTOR 12	0,22	2,20	85%	52,48	6,93	0,780	0,052	0,43	0,20%	8	3096,07	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,002	0,90
	MOTOR 13	0,22	1,00	85%	54,12	2,35	3,100	0,058	0,59	0,27%	14	756,95	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,004	1,61
	MOTOR 14	0,22	2,05	85%	55,10	6,46	0,780	0,052	0,43	0,19%	8	2948,64	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,002	0,88
	MOTOR 15	0,22	15,00	85%	55,76	47,26	0,310	0,048	1,32	0,60%	4	7261,61	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,006	2,59
	MOTOR 16	0,22	7,50	85%	57,40	23,63	1,200	0,050	2,46	1,12%	10	1842,44	3*10 THHN+1*10 THHN + GND	0,013	5,31
	MOTOR 17	0,22	0,75	85%	68,88	2,36	2,000	0,054	0,49	0,22%	12	921,68	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,002	1,02
	MOTOR 18	0,22	75,00	85%	59,04	236,28	0,100	0,043	2,60	1,18%	2/0	19764,00	3*2/0 THHN+1*2/0 THHN + GND	0,010	4,30
	MOTOR 19	0,22	2,05	85%	60,68	6,46	0,780	0,052	0,47	0,21%	8	2677,68	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,002	0,97
	MOTOR 20	0,22	8,50	85%	62,32	26,78	0,780	0,052	2,00	0,91%	8	2607,22	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,010	4,12

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TA5 R.MAÍZ	MOTOR 1	0,22	6,50	85%	55,76	20,48	0,780	0,052	1,37	0,62%	8	2913,95	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,007	2,82
	MOTOR 2	0,22	7,50	85%	59,04	17,63	0,780	0,052	1,24	0,57%	8	2752,06	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,008	3,45
	MOTOR 3	0,22	4,42	85%	75,44	13,92	2,000	0,054	3,14	1,43%	12	841,53	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,016	6,61
	MOTOR 4	0,22	2,20	85%	88,56	6,93	3,100	0,058	2,83	1,29%	14	462,58	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,014	5,79
	MOTOR 5	0,22	2,20	85%	91,84	6,93	3,100	0,058	2,94	1,34%	14	446,06	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,014	6,01
	MOTOR 6	0,22	7,50	85%	108,24	23,63	0,780	0,052	3,06	1,39%	8	1501,12	3*8 THHN+1*8 THHN + GND	0,015	6,32
	MOTOR 7	0,22	10,00	85%	109,88	31,50	0,310	0,048	1,73	0,79%	4	3685,00	3*4 THHN+1*4 THHN + GND	0,008	3,41
	MOTOR 8	0,22	3,00	85%	111,52	9,45	3,100	0,058	4,87	2,21%	14	367,34	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,024	9,94
	MOTOR 9	0,22	3,00	85%	114,80	9,45	3,100	0,058	5,01	2,28%	14	356,85	3*14 THHN+1*14 THHN + GND	0,024	10,24
	MOTOR 10	0,22	2,00	85%	113,16	4,70	2,000	0,054	1,59	0,72%	12	561,02	3*12 THHN+1*12 THHN + GND	0,011	4,48

Realizado por: Los Postulantes

### Desde Tableros Generales – Cargas de Iluminación (50KVA)

Tabla 30: Caídas de voltaje, corrientes de cortocircuito, Pérdidas de potencia y energía de los tableros principales a las cargas de iluminación

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	DISTANCIA [ft]	I nom. [A]	Rac [ $\Omega$ /kft]	XL [ $\Omega$ /kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	Icc max [A]	DESCRIPCION	P de potencia (KW)	P de Energía (KWh) mensual
TGM-ILUMINACION	141 LUMINARIAS	0,12	26,97	90%	328,00	84,97	0,06	0,04	3,59	1,63%	4/0	5209,81	3*4/0 THHN+1*4/0 THHN	0,013	5,40

Realizado por: Los Postulantes

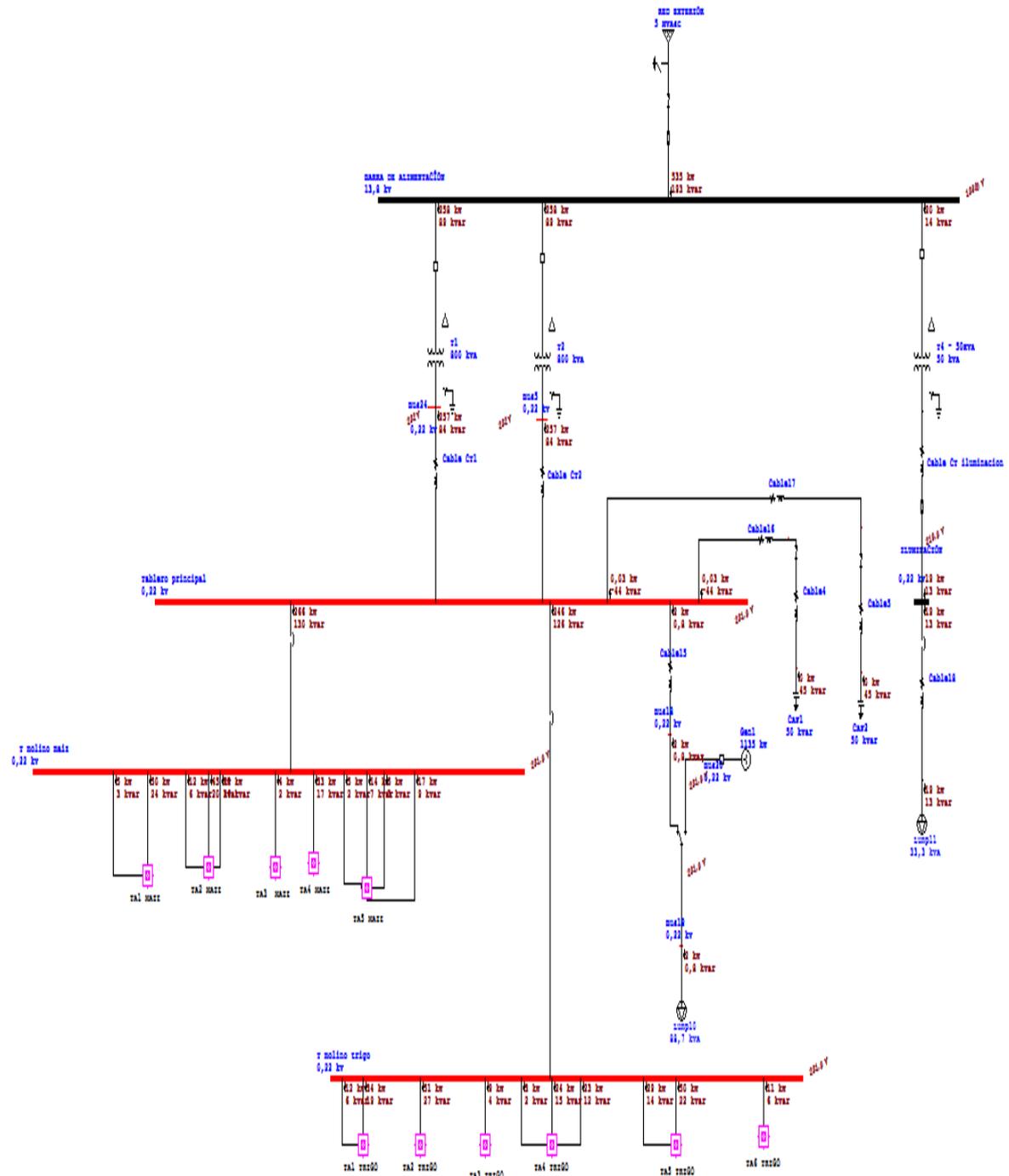
**Tabla 31:** Resumen de resultados Críticos del sistema Actual

<b>ACTUAL</b>						
<b>TRAFO-TP</b>						
<b>SISTEMA ACTUAL CAÍDAS DE VOLTAJE</b>						
	V	$\Delta V\%$	Icc A	Calibre	P. potencia Kw	P. energía Kwh mes
Trafo trigo-TP	2,54	1,16%	175471,22	350 mcm	0,009	3,87
Trafo maíz-TP	2,54	1,16%	175471,22	350 mcm	0,009	3,87
<b>SUBTABLEROS-CARGAS TRIGO</b>						
	V	$\Delta V\%$	Icc A	Calibre	P. potencia Kw	P. energía Kwh mes
TA1 trigo-Motor 12,60KW	8,64	3,93%	880,95	10	0,040	18,66
TA4 trigo-Motor 47,50 KW	8,83	4,01%	3291,93	4	0,043	18,11
TA5 trigo-Motor 15 KW	7,34	3,34%	1250,94	8	0,036	15,17
TA5 trigo-Motor 15 HP	7,86	3,57%	859,8	10	0,054	22,76
<b>SUBTABLEROS-CARGAS MAÍZ</b>						
	V	$\Delta V\%$	Icc A	Calibre	P. potencia Kw	P. energía Kwh mes
TA2 maíz -Motor 3 KW	10,73	4,88%	166,53	14	0,052	21,94
TA2 maíz -Motor 11 KW	7,3	3,32%	688,02	8	0,048	20,22
TA2 maíz -Motor 10 HP	8,72	3,97%	701,66	8	0,043	18,03

Realizado por: Los Postulantes

### Simulación del sistema eléctrico actual en el programa ETAP 12.6.0

Grafico 13: Simulación del sistema eléctrico de la empresa “Molinos Poulthier S.A”



Realizado por: Los Postulantes

## Resumen de factor de potencia y caídas de voltaje en ramas

**Tabla 32:** Resumen de caídas de voltaje en ramas

ID	Type	MW Flow	Mvar Flow	Amp Flow	% PF	% ΔV
Cable CT iluminacion	Cable	0,019	0,013	61,21	82	0,08
Cable CT1	Cable	0,257	0,084	673	95,03	1,16
Cable CT2	Cable	0,257	0,084	673	95,03	1,16
Cable2	Cable	0,05	0,024	138,5	90,06	0,04
Cable3	Cable	0,001	0,001	3,76	90,17	1,06
Cable4	Cable	0	-0,045	110,8	0	0,01
Cable5	Cable	0	-0,045	110,8	0	0,01
Cable15	Cable	0,002	0,001	4,511	89,65	0,1
Cable16	Cable	0	-0,045	110,8	-0,01	0,09
Cable17	Cable	0	-0,045	110,8	-0,01	0,09
Cable18	Cable	0,019	0,013	61,21	82	0,04
Cable19	Cable	0,001	0	2,054	90,1	0,51
Cable20	Cable	0,001	0	2,803	90,13	0,54
Cable21	Cable	0,003	0,002	9,26	90,29	1,62
Cable22	Cable	0,001	0	2,326	90,08	0,41
Cable23	Cable	0,031	0,015	86,47	90,01	2,13
Cable24	Cable	0,001	0	1,463	90,08	0,41
Cable25	Cable	0,001	0,001	3,748	90,2	1,06
Cable26	Cable	0,001	0,001	3,748	90,2	1,07
Cable27	Cable	0,001	0	1,928	90,07	0,36
Cable28	Cable	0,001	0,001	3,766	90,2	1,25
Cable29	Cable	0,001	0	2,797	90,09	0,57
Cable30	Cable	0,001	0,001	3,746	90,19	1,18
Cable31	Cable	0,001	0	2,179	90,11	0,66
Cable32	Cable	0,002	0,001	4,225	90	0,74
Cable33	Cable	0,002	0,001	4,199	90	0,71
Cable34	Cable	0,005	0,003	14,24	83,13	0,01
Cable35	Cable	0	0	1,253	85,01	0,05
Cable36	Cable	0	0	1,254	85,02	0,06
Cable37	Cable	0	0	1,375	85,02	0,06
Cable38	Cable	0,001	0	1,608	85,07	0,05
Cable39	Cable	0,001	0	1,608	85,08	0,06
Cable40	Cable	0	0	1,37	80,03	0,07
Cable41	Cable	0	0	1,37	80,03	0,08
Cable42	Cable	0	0	1,37	80,03	0,08
Cable43	Cable	0,001	0	1,907	80,37	0,12
Cable44	Cable	0	0	1,14	85,99	0,03
Cable45	Cable	0,045	0,02	122,3	90,89	0,04
Cable46	Cable	0,002	0,001	5,286	90,01	0,08
Cable47	Cable	0,001	0	3,126	92,04	0,29
Cable48	Cable	0,001	0	1,833	92,01	0,1
Cable49	Cable	0,001	0,001	3,196	90,05	0,28
Cable50	Cable	0,003	0,001	6,99	90,11	0,59

Cable51	Cable	0,001	0	2,267	90,01	0,07
Cable52	Cable	0,001	0	1,444	91,03	0,18
Cable53	Cable	0,001	0	1,46	90,03	0,18
Cable54	Cable	0	0	0,914	90,02	0,11
Cable55	Cable	0	0	1,004	91,02	0,11
Cable56	Cable	0	0	0,914	90,02	0,1
Cable57	Cable	0	0	1,015	90,02	0,11
Cable58	Cable	0	0	1,015	90,02	0,11
Cable59	Cable	0,001	0	1,476	89,03	0,15
Cable60	Cable	0,002	0,001	5,231	90,06	0,35
Cable61	Cable	0,001	0,001	3,045	90,04	0,2
Cable62	Cable	0,029	0,013	80,04	91,18	0,37
Cable63	Cable	0	0	1,051	90,02	0,1
Cable64	Cable	0	0	1,039	91,02	0,1
Cable65	Cable	0,077	0,036	211,8	90,48	0,02
Cable66	Cable	0	0	1,003	90,05	0,27
Cable67	Cable	0,003	0,002	7,796	85,37	1,31
Cable68	Cable	0,001	0	2,033	85,16	0,53
Cable69	Cable	0,002	0,001	5,262	90,18	0,98
Cable70	Cable	0,004	0,002	11,03	86,13	2
Cable71	Cable	0,003	0,002	8,983	85,53	1,66
Cable72	Cable	0	0	1,472	82,15	0,41
Cable73	Cable	0,002	0,001	6,257	88,58	0,21
Cable74	Cable	0,031	0,011	81,36	93,97	1,27
Cable75	Cable	0,002	0,001	5,113	85,31	1,08
Cable76	Cable	0,003	0,001	7,838	89,16	0,28
Cable77	Cable	0,003	0,002	8,995	85,57	1,8
Cable78	Cable	0,002	0,001	5,398	88,23	0,18
Cable80	Cable	0,004	0,002	10,62	89,42	2,07
Cable81	Cable	0,004	0,002	10,61	89,39	1,93
Cable82	Cable	0,004	0,002	10,6	89,37	1,84
Cable83	Cable	0,001	0,001	3,26	89,01	0,09
Cable84	Cable	0,002	0,001	5,598	89,02	0,15
Cable85	Cable	0,001	0,001	3,646	85,24	0,81
Cable86	Cable	0,002	0,001	5,287	90,01	0,11
Cable87	Cable	0,001	0	1,871	85,1	0,34
Cable88	Cable	0,002	0,001	5,287	90,01	0,11
Cable89	Cable	0,001	0,001	3,187	91,01	0,06
Cable90	Cable	0,012	0,006	34,13	89,99	0,02
Cable91	Cable	0,003	0,001	8,483	90,86	4,88
Cable92	Cable	0,001	0,001	3,959	91,08	3,32
Cable93	Cable	0,001	0	2,71	89,06	3,97
Cable94	Cable	0,002	0,001	4,397	89,46	0,23
Cable95	Cable	0,001	0	1,758	89,17	0,81
Cable96	Cable	0,004	0,002	11,07	89,6	3,01
Cable97	Cable	0,001	0	1,757	89,15	0,71
Cable98	Cable	0,004	0,002	10,61	90,53	0,23
Cable99	Cable	0,002	0,001	4,682	91,08	0,45

Cable100	Cable	0,002	0,001	5,927	90,02	0,12
Cable101	Cable	0,033	0,017	93,21	88,73	0,02
Cable102	Cable	0,002	0,001	5,618	85,08	0,28
Cable103	Cable	0,002	0,001	5,278	89,02	0,12
Cable104	Cable	0,001	0	1,544	85,02	0,09
Cable105	Cable	0,003	0,002	9,024	85,15	0,53
Cable106	Cable	0,002	0,001	6,198	90,07	0,4
Cable107	Cable	0,003	0,001	8,55	90,01	0,09
Cable108	Cable	0,001	0	2,06	91	0,02
Cable109	Cable	0,001	0	2,082	90	0,02
Cable110	Cable	0,001	0	2,154	87	0,02
Cable111	Cable	0,001	0	2,082	90	0,02
Cable112	Cable	0,002	0,001	5,221	90,02	0,15
Cable113	Cable	0,002	0,001	5,28	89,03	0,16
Cable114	Cable	0,001	0	2,366	85,08	0,27
Cable115	Cable	0,002	0,001	4,956	89,03	0,16
Cable116	Cable	0,002	0,001	5,227	91,01	0,07
Cable117	Cable	0,001	0	2,72	89,03	0,13
Cable118	Cable	0,001	0	2,232	88,05	0,22
Cable119	Cable	0,005	0,002	12,3	92	0,03
Cable120	Cable	0,002	0,001	5,286	83,51	0,17
Cable121	Cable	0,001	0,001	3,169	86,88	0,11
Cable122	Cable	0,014	0,007	37,5	90,1	0,04
Cable123	Cable	0,007	0,003	18,37	91,08	0,59
Cable124	Cable	0,007	0,003	19,14	89,11	0,64
Cable125	Cable	0,005	0,002	12,81	89,28	0,01
Cable126	Cable	0,005	0,002	12,81	89,28	1,38
Cable127	Cable	0,005	0,003	13,41	85,37	0,01
Cable128	Cable	0,002	0,001	6,703	85,36	1,25
Cable129	Cable	0,002	0,001	6,706	85,38	1,3
Cable130	Cable	0,017	0,009	49,12	87,7	0,05
Cable131	Cable	0,007	0,003	19,24	89,21	1,19
Cable132	Cable	0,003	0,001	7,515	88,41	1,8
Cable133	Cable	0,003	0,002	9,082	85,01	2,12
Cable134	Cable	0,003	0,002	9,087	85,03	2,19
Cable135	Cable	0,002	0,001	4,233	90,13	0,69
Cable137	Cable	0,034	0,019	96,61	87,03	0,03
Cable138	Cable	0,003	0,001	8,259	95	0,53
Cable139	Cable	0,001	0	1,582	83,03	0,09
Cable140	Cable	0,002	0,001	4,513	83,11	0,29
Cable141	Cable	0,004	0,002	10,78	85,49	0,53
Cable142	Cable	0,002	0,001	6,079	83,94	0,32
Cable143	Cable	0,001	0,001	2,217	81,22	0,19
Cable144	Cable	0,002	0,001	6,083	83,96	0,38
Cable145	Cable	0,001	0,001	2,217	81,23	0,22
Cable146	Cable	0,002	0,001	6,086	83,97	0,43
Cable147	Cable	0,001	0,001	2,218	81,24	0,25
Cable148	Cable	0,002	0,001	6,089	83,99	0,49

Cable149	Cable	0,001	0	2,118	85,08	0,28
Cable150	Cable	0,002	0,001	5,739	89,11	0,54
Cable151	Cable	0,001	0	2,094	86,08	0,31
Cable152	Cable	0,002	0,001	5,741	89,12	0,58
Cable153	Cable	0,001	0	2,119	85,09	0,32
Cable154	Cable	0,002	0,001	5,742	89,12	0,6
Cable155	Cable	0,002	0,001	5,743	89,13	0,62
Cable156	Cable	0,002	0,001	5,744	89,13	0,63
Cable157	Cable	0,002	0,001	5,746	89,14	0,67
Cable158	Cable	0,012	0,006	32,62	89,84	0,02
Cable159	Cable	0,002	0,001	4,525	90,08	3,93
Cable160	Cable	0,001	0	2,178	90,11	0,56
Cable161	Cable	0,001	0	2,178	90,1	0,56
Cable162	Cable	0,001	0	2,178	90,1	0,55
Cable163	Cable	0,001	0	2,178	90,1	0,54
Cable164	Cable	0,001	0	1,455	89,07	0,35
Cable165	Cable	0,001	0	1,471	88,08	0,34
Cable166	Cable	0,001	0	1,596	89,08	0,37
Cable167	Cable	0,001	0	1,937	89,06	0,29
Cable168	Cable	0,001	0	1,439	90,06	0,33
Cable169	Cable	0,001	0,001	3,075	89,14	0,69
Cable170	Cable	0,002	0,001	4,333	91,16	0,96
Cable171	Cable	0,001	0	2,201	89,1	0,46
Cable172	Cable	0,001	0	1,876	90,05	0,25
Cable173	Cable	0,051	0,027	144	88,82	0,01
Cable174	Cable	0	0	1,174	80,03	0,08
Cable175	Cable	0	0	1,132	83,03	0,08
Cable176	Cable	0,011	0,006	31,77	90,03	0,28
Cable177	Cable	0	0	1,167	81,03	0,09
Cable178	Cable	0	0	1,153	82,03	0,09
Cable179	Cable	0,001	0	2,036	85,03	0,11
Cable180	Cable	0,002	0,001	5,288	89,07	0,32
Cable181	Cable	0,001	0,001	2,486	83,05	0,15
Cable182	Cable	0,002	0,001	5,538	85,1	0,35
Cable183	Cable	0,001	0	1,545	85,05	0,15
Cable184	Cable	0	0	1,154	82,04	0,12
Cable186	Cable	0,004	0,002	11,23	87,12	0,5
Cable187	Cable	0,004	0,002	11,23	87,12	0,52
Cable188	Cable	0,004	0,002	11,24	87,12	0,53
Cable189	Cable	0,001	0,001	3,289	83,14	0,43
Cable190	Cable	0,004	0,002	10,31	90,02	0,14
Cable191	Cable	0,004	0,002	10,31	90,02	0,15
Cable192	Cable	0,004	0,002	10,31	90,02	0,15
Cable194	Cable	0,009	0,004	24,14	90,54	0,14
Cable195	Cable	0,002	0,001	4,331	91,1	0,61
Cable196	Cable	0,001	0	2,579	91,06	0,38
Cable197	Cable	0,002	0,001	6,124	90,11	0,61
Cable198	Cable	0,001	0	2,171	90,07	0,35

Cable199	Cable	0	0	1,184	89,04	0,2
Cable200	Cable	0,001	0,001	3,448	90,11	0,6
Cable201	Cable	0,002	0,001	4,307	91,09	0,53
Cable202	Cable	0,024	0,015	70,85	85,92	0,03
Cable203	Cable	0,001	0,001	4,245	85,08	0,26
Cable204	Cable	0,002	0,001	5,703	85,07	0,24
Cable205	Cable	0,001	0,001	4,247	85,09	0,29
Cable206	Cable	0,002	0,001	5,704	85,08	0,27
Cable207	Cable	0,001	0,001	2,872	87,06	0,22
Cable208	Cable	0,001	0	2,175	87,04	0,18
Cable209	Cable	0,001	0,001	2,94	85,07	0,24
Cable210	Cable	0,001	0	2,107	85,05	0,18
Cable211	Cable	0,003	0,001	7,16	88,1	0,43
Cable212	Cable	0,001	0,001	4,101	89,02	0,1
Cable213	Cable	0,001	0,001	4,101	89,02	0,11
Cable214	Cable	0,001	0,001	4,108	89,06	0,28
Cable215	Cable	0,001	0,001	4,103	89,03	0,15
Cable216	Cable	0,001	0,001	2,774	83,09	0,28
Cable217	Cable	0,001	0,001	2,775	83,1	0,29
Cable218	Cable	0,001	0,001	2,775	83,1	0,3
Cable219	Cable	0,001	0,001	2,775	83,1	0,31
Cable220	Cable	0	0	1,134	81,05	0,13
Cable221	Cable	0,001	0	2,157	83,05	0,17
Cable222	Cable	0	0	1,487	81,07	0,18
Cable223	Cable	0	0	1,487	81,07	0,18
Cable224	Cable	0,003	0,002	8,362	85,2	0,10
Cable225	Cable	0,001	0,001	2,824	83,13	0,38
Cable226	Cable	0,001	0	2,722	89,04	0,19
Cable227	Cable	0,001	0,001	2,829	83,2	0,6
Cable228	Cable	0,023	0,012	63,96	88,46	0,03
Cable229	Cable	0,006	0,003	15,92	89,35	1,81
Cable230	Cable	0,001	0,001	3,749	83,34	1
Cable231	Cable	0,003	0,002	9,547	85,48	1,67
Cable232	Cable	0,004	0,002	12,54	87,53	2,19
Cable233	Cable	0,006	0,003	16,1	92,04	4,01
Cable234	Cable	0,001	0,001	2,787	87,07	0,28
Cable235	Cable	0,001	0	1,719	83,14	0,41
Cable236	Cable	0,001	0	1,719	83,14	0,41
Cable237	Cable	0,05	0,022	136,1	91,8	0,05
Cable238	Cable	0,037	0,015	98,14	92,96	0,88
Cable239	Cable	0,002	0,001	4,611	85,18	0,62
Cable240	Cable	0,01	0,005	28,37	89,08	0,64
Cable241	Cable	0,001	0,001	3,459	89,03	0,18
Cable242	Cable	0,001	0	1,729	85,1	0,33
Cable243	Cable	0,029	0,014	81,45	89,65	0,03
Cable244	Cable	0,002	0,001	5,243	91,06	3,34
Cable245	Cable	0	0	1,023	90,05	0,29
Cable246	Cable	0,005	0,002	12,57	90,42	2,3

Cable247	Cable	0,002	0,001	5,402	89,2	1,21
Cable248	Cable	0,002	0,001	5,401	89,19	1,20
Cable249	Cable	0,001	0,001	4,024	91,07	3,57
Cable250	Cable	0,002	0,001	4,341	87,28	1,36
Cable251	Cable	0,004	0,002	10,27	91,01	1,66
Cable252	Cable	0,002	0,001	4,243	89,23	1,12
Cable253	Cable	0,003	0,002	9,197	87,58	2,34
Cable254	Cable	0,001	0,001	3,574	91,01	0,83
Cable255	Cable	0,011	0,006	31,03	87,57	0,02
Cable256	Cable	0,001	0,001	3,13	88,04	0,18
Cable257	Cable	0,002	0,001	4,618	83,28	0,84
Cable258	Cable	0,001	0,001	3,129	88,03	0,16
Cable259	Cable	0,002	0,001	5,813	87,28	1,13
Cable260	Cable	0,002	0,001	5,287	90,01	0,12
Cable261	Cable	0,001	0	1,77	83,11	0,34
Cable262	Cable	0,001	0,001	3,658	89,03	0,2
Cable269	Cable	0,008	0,003	21,9	91,99	0,06
Cable270	Cable	0,002	0,001	5,398	89,18	2,42
Cable271	Cable	0,002	0,001	5,397	89,18	1,09
Cable272	Cable	0,002	0,001	5,396	89,17	1,07
Cable273	Cable	0,001	0,001	3,658	89,04	0,2
T1	Transf. 2W	0,258	0,089	11,42	94,5	0,89
T2	Transf. 2W	0,258	0,089	11,42	94,5	0,89
T4 - 50KVA	Transf. 2W	0,02	0,014	1,014	80,57	0,05

Cargabilidad	
Transformador 800 KVA trigo	33,80%
Transformador 800 KVA maíz	33,80%
Transformador 50 KVA Ilum	46,60%
Factor de potencia	
Transformador 50 KVA Ilum	81%

**Realizado por:** Los Postulantes

### Proyección de la demanda eléctrica de datos históricos a años futuros.

**Tabla 33:** Consumo Histórico de Energía KW/H

EMPRESA MOLINOS POULTIER S.A											
CONSUMOS HISTORICO											
2010	KW/H	2011	KW/H	2012	KW/H	2013	KW/H	2014	KW/H	2015	KW/H
ENERO	194,969	ENERO	230,44	ENERO	186,016	ENERO	268,437	ENERO	174,027	ENERO	156,004
FEBRERO	202,832	FEBRERO	230,575	FEBRERO	124,196	FEBRERO	241,313	FEBRERO	177,723	FEBRERO	199,418
MARZO	209,752	MARZO	214,847	MARZO	132,568	MARZO	261,162	MARZO	159,237	MARZO	175,952
ABRIL	173,518	ABRIL	145,464	ABRIL	202,308	ABRIL	235,872	ABRIL	191,115	ABRIL	158,934
MAYO	159,414	MAYO	250,97	MAYO	183,604	MAYO	213,504	MAYO	196,272	MAYO	156,426
JUNIO	208,951	JUNIO	216,151	JUNIO	213,688	JUNIO	203,285	JUNIO	172,893	JUNIO	179,794
JULIO	175,323	JULIO	179,417	JULIO	154,343	JULIO	162,919	JULIO	178,726	JULIO	141,737
AGOSTO	213,673	AGOSTO	204,317	AGOSTO	195,65	AGOSTO	142,758	AGOSTO	286,705	AGOSTO	145,052
SEPTIEMBRE	327,763	SEPTIEMBRE	217,987	SEPTIEMBRE	290,692	SEPTIEMBRE	161,452	SEPTIEMBRE	295,011	SEPTIEMBRE	164,878
OCTUBRE	246,859	OCTUBRE	230,646	OCTUBRE	320,539	OCTUBRE	206,142	OCTUBRE	176,559	OCTUBRE	188,604
NOVIEMBRE	195,308	NOVIEMBRE	210,603	NOVIEMBRE	376,526	NOVIEMBRE	175,923	NOVIEMBRE	235,101	NOVIEMBRE	195,139
DICIEMBRE	178,07	DICIEMBRE	302,085	DICIEMBRE	342,026	DICIEMBRE	159,489	DICIEMBRE	312,219	DICIEMBRE	160,708
Total	2486,432	Total	2633,502	Total	2722,156	Total	2432,256	Total	2555,588	Total	2022,646
ENERO	212,075										
FEBRERO	146,132										
MARZO	158,135										
ABRIL	172,248										
MAYO	293,009										
JUNIO	184,443										
JULIO	189,648										
2016											

**Fuente:** Molinos Poulter S.A (Consumos)

## Proyección de tasa de crecimiento Anual

$$\text{Valor Historico} = \text{Año 2} - \text{Año 1}$$

$$\% \text{ Creciente} = \frac{(\text{Valor Referencia} * 100)}{\text{Consumo}}$$

$$\% \text{ Total} = \sum \% \text{ Creciente}$$

$$\text{Promedio} = \frac{\% \text{ Total}}{N \text{ Años} - 1}$$

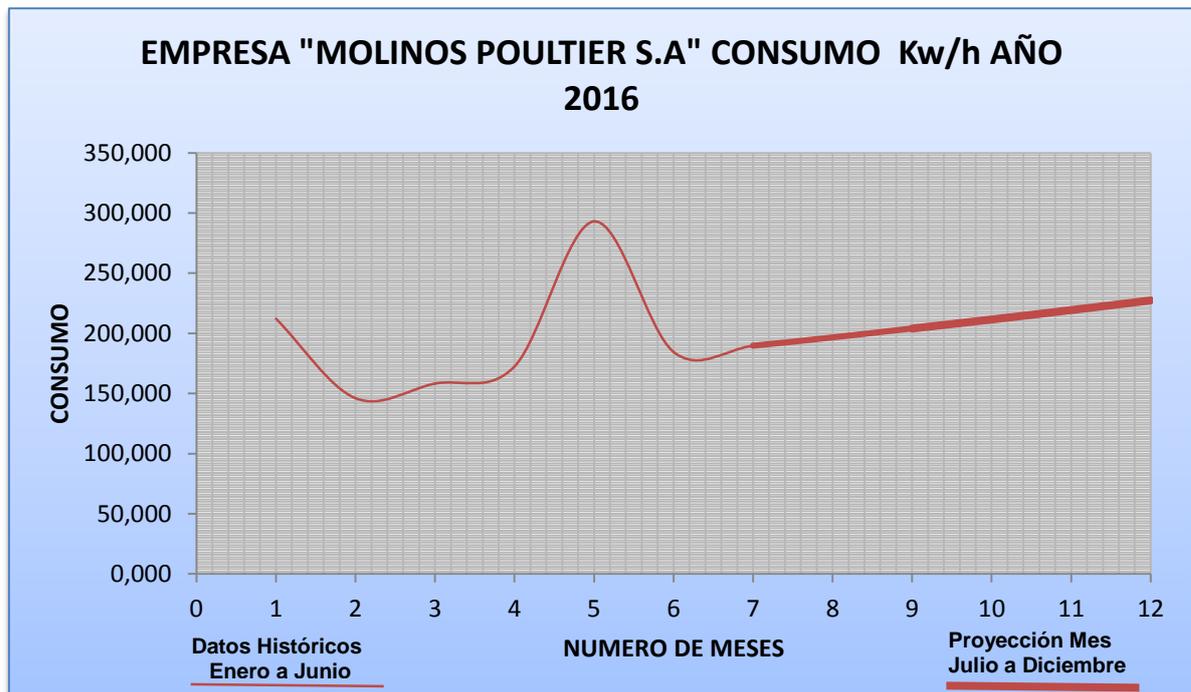
$$\text{Valor Futuro} = \frac{\text{Consumo Anterior} * \% \text{ Creciente}}{100}$$

$$\text{Consumo Proyectado} = \text{Consumo Anterior} + \text{Valor Futuro}$$

**Tabla 34:** Proyección por meses

PROYECCIÓN MENSUAL EN MESES RESTANTES DE AÑO 2016				
N de MES	INDUSTRIAL Kw/h	Gw/h	%	Valor Histórico
1	212,075	0,212	-31,094	-0,066
2	146,132	0,146	8,214	0,012
3	158,135	0,158	8,925	0,014
4	172,248	0,172	70,109	0,121
5	293,009	0,293	-37,052	-0,109
6	184,443	0,184	19,101	TOTAL
<b>PROYECCIÓN DE CONSUMO</b>				
	INDUSTRIAL Gw/h	Gw/h	%	Valor Futuro
7	189,648	0,190	3,820	0,007
8	196,694	0,197	3,820	0,007
9	203,939	0,204	3,820	0,008
10	211,453	0,211	3,820	0,008
11	219,244	0,219	3,820	0,008
12	227,322	0,227	3,820	0,008
2016	2414,342			

Realizado por: Los Postulantes

**Gráfico 14:** Proyección de la demanda

**Realizado por:** Los Postulantes

### Proyección de la demanda Eléctrica

“Plan Nacional de Electrificación 2013-2022”. La estimación de la demanda eléctrica mediante estimaciones econométricas, se consideran para los posteriores años, adicionalmente un grado de confianza de  $\pm 2$  veces el error estándar de estimación. Esto implica que el intervalo de probabilidad de 90% de contener observaciones futuras para la variable analizada.

### Proyección por Tasa de Crecimiento Anual

Las tasas básicas de crecimiento simplemente se expresan como la diferencia entre dos valores en el tiempo en cuanto a un porcentaje del primer valor.

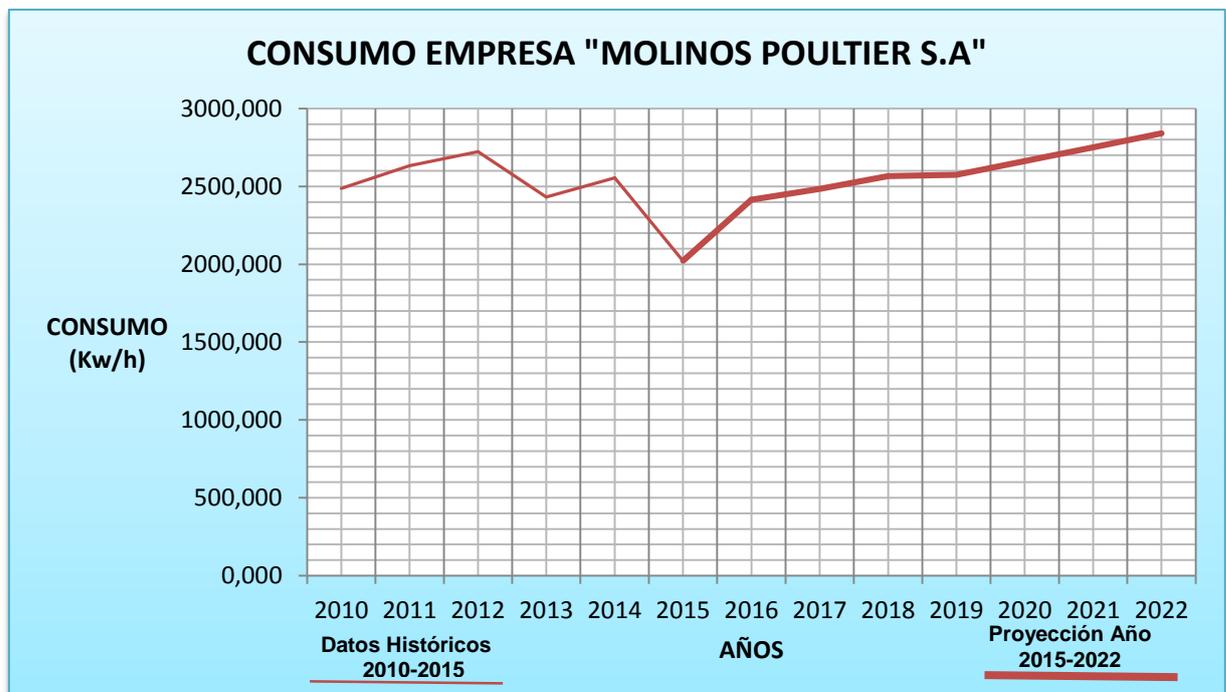
**Tabla 35:** Consumos históricos

CONSUMO HISTÓRICO				
AÑO	INDUSTRIAL Kw/h	Gw/H	%	Valor
2010	2486,432	2,486	5,915	0,147
2011	2633,502	2,634	3,366	0,089
2012	2722,156	2,722	-10,650	-0,290
2013	2432,256	2,432	5,071	0,123

2014	2555,588	2,556	-20,854	-0,533
2015	2022,646	2,023	-17,152	TOTAL
PROYECCIÓN DE CONSUMO				
	INDUSTRIAL Gw/h	Gw/H	%	Valor
2016	2414,342	2,414	2,000	0,040
2017	2454,795	2,455	2,000	0,048
2018	2503,082	2,503	2,000	0,012
2019	2515,356	2,515	2,000	0,050
2020	2565,417	2,565	2,000	0,050
2021	2615,724	2,616	2,000	0,051
2022	2667,033	2,667	2,000	0,052

**Realizado por:** Los Postulantes

**Gráfico 15:** Consumos empresa “Molinos Poulthier S.A”



**Realizado por:** Los Postulantes

## Simulación de la demanda eléctrica proyectando un 2%

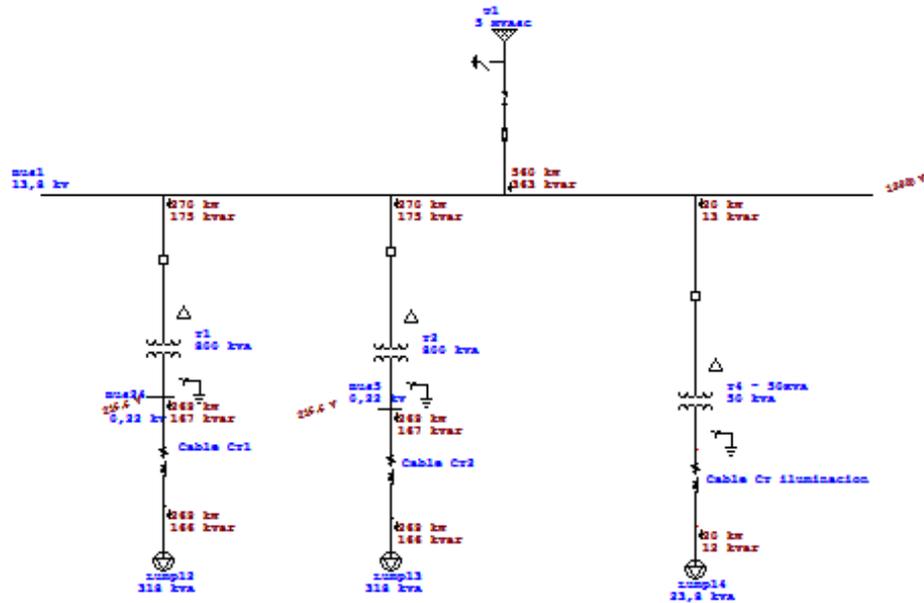
**Tabla 36:** Demanda eléctrica proyectando el 2% de crecimiento

Transformador	KVA	% Crecimiento	KVA proyectados	% Cargabilidad	Año
T1 Trigo	270	0,66%	271,78	33,97%	2016
	271,78	0,66%	273,57	34,19%	2017
	273,57	0,66%	275,37	34,42%	2018
	275,37	0,66%	277,18	34,64%	2019
	277,18	0,66%	279,00	34,87%	2020
	279,00	0,66%	280,84	35,10%	2021
	280,84	0,66%	282,69	35,33%	2022
	282,69	0,66%	284,55	35,56%	2023
	284,55	0,66%	286,42	35,80%	2024
	286,42	0,66%	288,31	36,03%	2025
	288,31	0,66%	290,21	36,27%	2026
	290,21	0,66%	292,12	36,51%	2027
	292,12	0,66%	294,04	36,75%	2028
	294,04	0,66%	295,98	36,99%	2029
	295,98	0,66%	297,93	37,24%	2030
	297,93	0,66%	299,89	37,48%	2031
	299,89	0,66%	301,86	37,73%	2032
	301,86	0,66%	303,85	37,98%	2033
	303,85	0,66%	305,85	38,23%	2034
	305,85	0,66%	307,86	38,48%	2035
307,86	0,66%	309,89	38,73%	2036	
309,89	0,66%	311,93	38,99%	2037	
311,93	0,66%	313,98	39,24%	2038	
313,98	0,66%	316,05	39,50%	2039	
316,05	0,66%	318,13	39,76%	2040	
T2 Maíz	270	0,66%	271,78	33,97%	2016
	271,78	0,66%	273,57	34,19%	2017
	273,57	0,66%	275,37	34,42%	2018
	275,37	0,66%	277,18	34,64%	2019
	277,18	0,66%	279,00	34,87%	2020
	279,00	0,66%	280,84	35,10%	2021
	280,84	0,66%	282,69	35,33%	2022
	282,69	0,66%	284,55	35,56%	2023
	284,55	0,66%	286,42	35,80%	2024
	286,42	0,66%	288,31	36,03%	2025
288,31	0,66%	290,21	36,27%	2026	

	290,21	0,66%	292,12	36,51%	2027
	292,12	0,66%	294,04	36,75%	2028
	294,04	0,66%	295,98	36,99%	2029
	295,98	0,66%	297,93	37,24%	2030
	297,93	0,66%	299,89	37,48%	2031
	299,89	0,66%	301,86	37,73%	2032
	301,86	0,66%	303,85	37,98%	2033
	303,85	0,66%	305,85	38,23%	2034
	305,85	0,66%	307,86	38,48%	2035
	307,86	0,66%	309,89	38,73%	2036
	309,89	0,66%	311,93	38,99%	2037
	311,93	0,66%	313,98	39,24%	2038
	313,98	0,66%	316,05	39,50%	2039
	316,05	0,66%	318,13	39,76%	2040
T4 Iluminación	23	0,66%	23,15	46,30%	2016
	23,15	0,66%	23,30	46,60%	2017
	23,30	0,66%	23,45	46,90%	2018
	23,45	0,66%	23,60	47,20%	2019
	23,60	0,66%	23,75	47,51%	2020

**Realizado por:** Los Postulantes

**Gráfico 16:** Proyección de la demanda en ETAP 12.6.0



**Realizado por:** Los Postulantes

### Interpretación

Con los datos de potencia de salida de un año base en este caso el año 2016, cuya potencia es 270 KVA para el T1 y T2 respectivamente, mientras que el T4 su potencia es de 23 KVA incrementamos un 0,66% de su potencia de salida, es decir el sistema tendrá un incremento del 2% en el año, determinando que los transformadores T1, T2 y el T4 respectivamente no se saturan hasta el año 2040 período hasta el cual se realizó el análisis, en el año 2040 los transformadores T1 y T2 alcanzaran el 39,76% de cargabilidad es decir se encontraran sub cargados, lo que indica que puede incrementar mayor carga en la empresa, cabe indicar que las dimensiones de la nave industrial no permiten que se incorpore mayor carga, lo que indica que se requiere de otra nave industrial para la incorporación de nueva carga.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **Impactos técnicos**

En nuestro proyecto de investigación realizado en la empresa “Molinos Poulter S.A” se logró conseguir datos reales en cuanto a potencias, voltajes y factores de potencia, el cual nos permitió trabajar con datos reales y verificar los principales problemas que existe en cada uno de los transformadores.

Así como evaluar las condiciones de funcionamiento técnico de los circuitos eléctricos y sus cargas diagnosticando estándares de calidad dentro de rangos de voltaje permisibles, factor de potencia y calidad de producto. Planteado alternativas que ayuden a mejorar la calidad del producto como la implementación de banco de capacitores que ayuden a mejorar la calidad de servicio y evitar la penalización por parte de la distribuidora.

Fue de vital importancia el desarrollo de este proyecto, ya que se contó con las herramientas, instrumentos y conocimientos necesarios para su culminación.

### **Impactos económicos**

El proyecto se desarrolla con la finalidad de mejorar la calidad de producto por medio de diagnóstico de condiciones actuales, plantear alternativas de mejora como cambio de calibres en los ramales e instalación de un banco de capacitores que ayudaran a corregir el factor de potencia especialmente en el transformador de iluminación. Son costos que ayudaran a mejorar la calidad de producto para un buen funcionamiento de la industria se verá reflejado en la disminución de mantenimientos y fallas de equipos ya que al mejorar la calidad de producto implica la mejora de los parámetros de potencia, voltaje y factor de potencia.

Permitiendo que las cargas trabajen en las condiciones más óptimas lo cual generara menos mantenimientos, fallas en los equipos y pérdidas muy bajas. Se estima que el proyecto tiene una inversión 2832,40 USD para realizar en estas mejoras y es sustentable ya que la inversión se recuperara 9 meses que es un tiempo aceptable.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

#### Propuesta

#### Transformadores de la empresa “Molinos Poulter S.A”

En cuanto a los transformadores de la subestación de la empresa “Molinos Poulter S.A” existentes, el transformador T1 del molino de trigo su factor de utilización es del 43%, con un factor de potencia promedio de 0,94 y el porcentaje de variación de voltaje está dentro del rango permitido del  $\pm 8\%$ , el transformador T2 correspondiente al molino de maíz se encuentra con un factor de utilización del 22%, factor de potencia promedio 0,93, porcentaje de variación de voltaje dentro del límite permitido  $\pm 8\%$ , mientras que el transformador T4 de iluminación se encuentra con un factor de utilización del 46%, con un valor promedio del factor de potencia de 0,81 y el porcentaje de variación de voltaje dentro del rango permitido  $\pm 8\%$ , para lo cual se requiere calcular el valor del banco de capacitores en este transformador para compensar el bajo factor de potencia.

#### Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa “Molinos Poulter S.A” en base a la simulación en el programa ETAP

En cuanto a los conductores que se encuentran trabajando en condiciones de sobrecarga, lo recomendable es dimensionar un nuevo calibre de conductor en base a la corriente que circula por el conductor, las condiciones de operación normal son hasta el 75% de su límite térmico, para disminuir el porcentaje de caídas de voltaje se propone cambiar el calibre de los conductores a continuación se especifica los conductores que requieren el cambio.

**Tabla 37:** Caídas de voltaje Críticas de los conductores

PROPUESTA								
TRAFO-TP								
SISTEMA PROPUESTO CAÍDAS DE VOLTAJE								
	V	$\Delta V\%$	Icc A	Calibre	P. potencia Kw	P. energía Kwh mes	Unidad	Precio(\$)
Trafo trigo-TP	2,075	0,94%	204097,16	500 mcm	0,006	2,71	3 m	114,78
Trafo maíz-TP	2,075	0,94%	204097,16	500 mcm	0,006	2,71	3 m	114,78

SUBTABLEROS-CARGAS TRIGO								
	V	$\Delta V\%$	Icc A	Calibre	P. potencia Kw	P. energía Kwh mes	Unidad	Precio(\$)
TA1 trigo-Motor 12,60KW	3,66	1,66%	2147,69	6	0,018	7,44	37 m	78,44
TA4 trigo-Motor 47,50 KW	3,64	1,66%	8079,49	1/0	0,017	7,14	38 m	349,98
TA5 trigo-Motor 15 KW	4,71	2,14%	1984,99	6	0,023	9,58	40 m	84,8
TA5 trigo-Motor 15 HP	5,19	2,36%	1320,99	8	0,034	14,26	38 m	55,48

SUBTABLEROS-CARGAS MAÍZ								
	V	$\Delta V\%$	Icc A	Calibre	P. potencia Kw	P. energía Kwh mes	Unidad	Precio(\$)
TA2 maíz-Motor 3 KW	4,21	1,92%	429,9	10	0,022	9,11	75 m	54,07
TA2 maíz-Motor 11 KW	4,69	2,13%	1091,74	6	0,030	12,77	72 m	152,64
TA2 maíz-Motor 10 HP	3,65	1,66%	1748,55	4	0,017	7,18	71 m	239,98

**Realizado por:** Los Postulantes

### **Cálculo del banco de capacitores para el transformador T4 Iluminación**

#### **Método I Cálculo de la compensación de potencia reactiva a partir de los datos de la planilla de consumo de energía**

Conociendo la energía activa y reactiva promedio de los 3 últimos meses de consumo, si el consumo es en cierta forma estable, este dato es dividido para el producto de los 30 días que tiene un mes por las 24 horas que tiene cada día para obtener el consumo de energía por hora promedio durante los 3 meses. Esto se hace con la energía activa y reactiva.

Luego con estos datos se obtiene la potencia aparente con la fórmula:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Con este resultado se calcula el  $\cos \phi$  aplicando la formula siguiente:

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

Luego planteamos el factor de potencia a compensar que para este caso es  $FP=0.92$  por cuanto según la regulación del ARCONEL 004/01 el valor promedio del factor de potencia para no ser penalizado tiene que ser mayor o igual a 0.92, entonces se plantea la siguiente fórmula.

$$FP = \cos \phi \left( \tan^{-1} \frac{P}{Q} \right)$$

$$\tan \phi = (\cos^{-1} 0.92)$$

$$Q \text{ requerida} = P * \tan 23.07$$

A continuación, se desarrolla el método uno con los datos reales obtenidos de las planillas de consumo de energía de la empresa “Molinos Poulter S.A”.

**Tabla:** Consumo de energía promedio mensual

Consumo de energía promedio mensual		
	KWh/mes	KVArh/mes
Mayo/2016	293,009	141,122
Junio/2016	184,443	85,876
Julio /2016	189,698	78,327
Total	667,150	305,325
Promedio	222,383	101,775

El promedio de un mes se toma 30 días y el día 24 horas con estos datos obtenemos las potencias en una hora.

$$P = 222383 / (30 * 24)$$

$$P = 308.86KW$$

$$Q = 101775 / (30 * 24)$$

$$Qi = 141.35KVAr$$

Luego se obtiene la potencia aparente S con la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{308.86^2 + 141.35^2}$$

$$S = 339.67KVA$$

Mediante el triángulo de potencias se obtiene el  $\cos \phi$  utilizando la siguiente expresión:

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \phi = \frac{308.86}{339.67}$$

$$\cos \phi = 0.909$$

Cabe indicar que el  $\cos \phi$  viene especificado en la planilla de consumo.

El siguiente paso es plantear el  $\cos \phi$  deseado que en el presente estudio es de 0.92 y obtener la potencia reactiva requerida con la expresión posterior.

$$FP = \cos \phi (\tan^{-1} \frac{P}{Q})$$

Luego:

$$\tan \phi = (\cos^{-1} 0.92)$$

$$\tan \phi = 23.07$$

$$\tan 23.07 = \frac{Q_{requerida}}{P}$$

$$Q_{requerida} = P * \tan 23.07$$

$$Q_{requerida} = 308.86 * 0.426$$

$$Q_{requerida} = 131.574KVAr$$

Para calcular la potencia reactiva del banco de capacitores se aplica la siguiente formula:

$$QBANCO = Q_{inicial} - Q_{requerida}$$

$$QBANCO = 141.35KVAr - 131.574KVAr$$

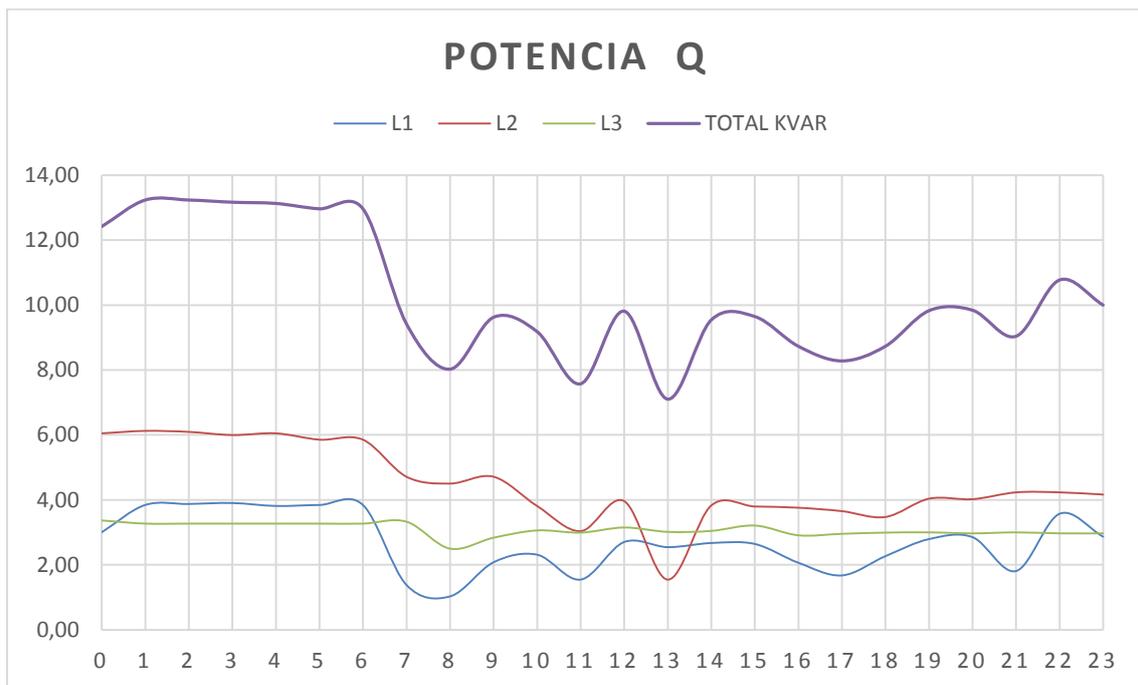
$$QBANCO = 9.77 KVAr \approx 10 KVAr$$

Este resultado es la potencia del banco de capacitores.

## Método II Cálculo de la compensación de potencia reactiva a partir de los datos del analizador de carga

Perfil de consumo de potencia reactiva

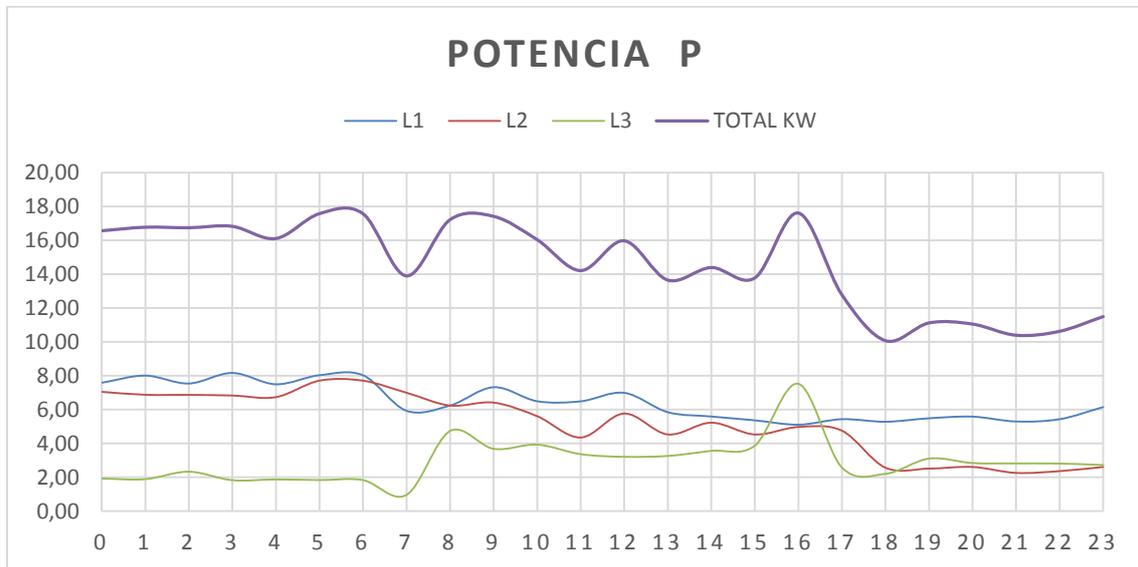
**Gráfico 17:** Perfil de consumo de potencia reactiva



**Realizado por:** Los Postulantes

## Perfil de consumo de potencia activa

Gráfico 18: Perfil de consumo de potencia activa



Realizado por: Los Postulantes

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_i - Q_c)^2}}$$

### Dónde:

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia deseado

P = Potencia activa

Q<sub>i</sub> = Potencia reactiva inicial

Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva compensada

$$Q_c = Q_i - \sqrt{\left(\frac{P}{\cos \varphi}\right)^2 - P^2}$$

$$Q_c = 13,23 - \sqrt{\left(\frac{16,78}{0,92}\right)^2 - 16,78^2}$$

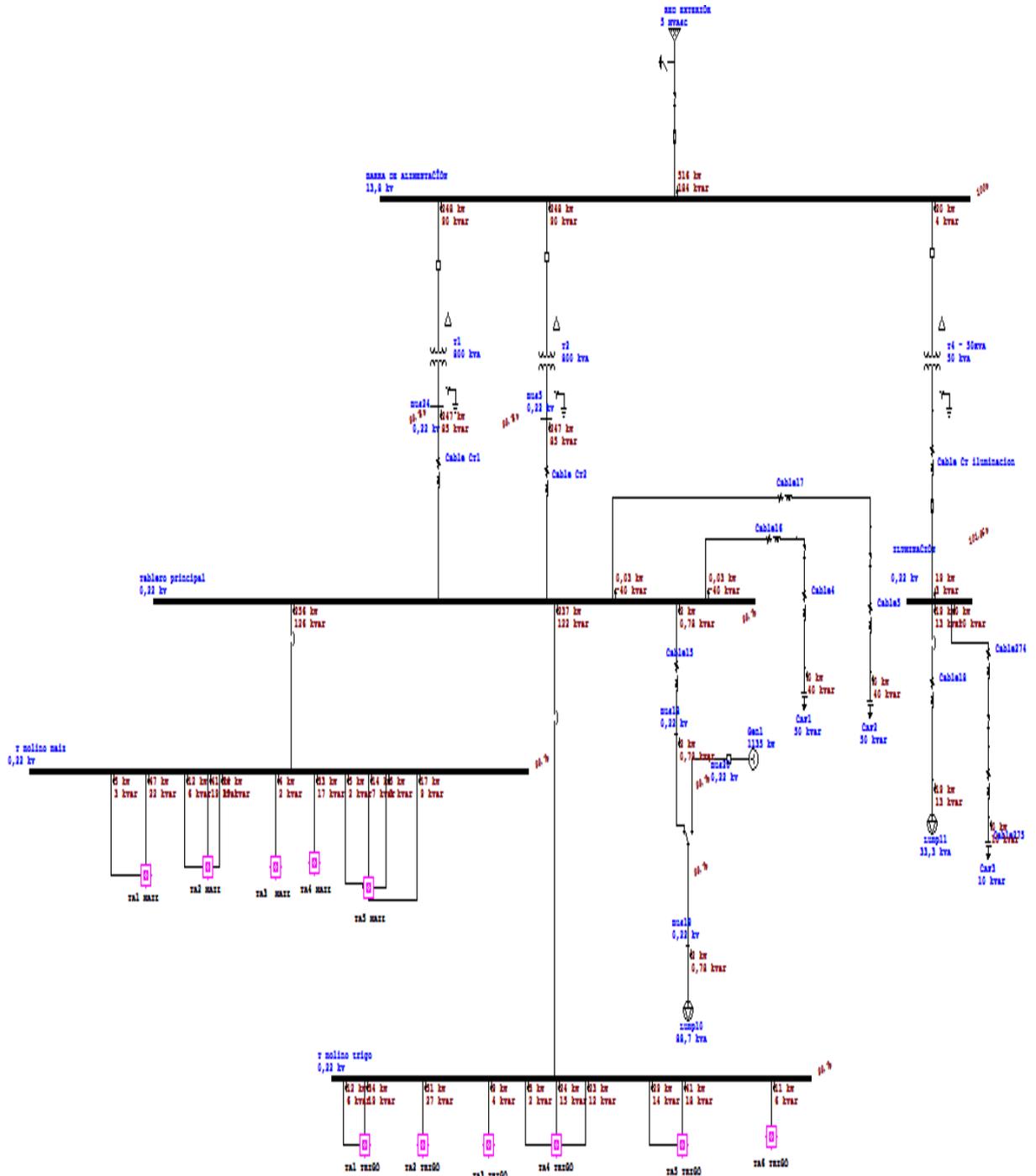
$$Q_c = 6,08 \text{ KVar}$$

Con estos antecedentes se propone la instalación de un banco de capacitores automático de 10 kVar, realizado por el método I. La compensación automática, debe adecuarse a las variaciones de potencia reactiva requerida en la instalación, para conseguir mantener el FP que se plantea de la instalación. El mecanismo de compensación automático está constituido por tres elementos internos principales:

- a) **El regulador:** Cuya función es medir el  $\cos \varphi$  de la instalación y dar las órdenes a los contactores para intentar aproximarse lo más posible al  $\cos \varphi$  deseado, conectando los diferentes pasos de potencia reactiva.
- b) **Los contactores:** Son los encargados de conectar los distintos capacitores que forman el banco. El número de pasos que es posible disponer en un equipo de compensación automático depende de las salidas que tenga el regulador.
- c) **Los capacitores:** Son los elementos que aportan la energía reactiva a la instalación. Normalmente la conexión interna de los mismos está hecha en triángulo.

### Simulación de la propuesta en el programa ETAP

Gráfico 19: Simulación de la propuesta



Realizado por: Los Postulantes

**Tabla 38:** Resumen de factor de potencia, caídas de voltaje de los transformadores y conductores con la propuesta

ID	Type	MW Flow	Mvar Flow	Amp Flow	% PF	% ΔV
Cable CT iluminación	Cable	0,019	0,003	50,26	98,75	0,08
Cable CT1	Cable	0,247	0,085	688,3	94,59	0,94
Cable CT2	Cable	0,247	0,085	688,3	94,59	0,94
Cable2	Cable	0,047	0,022	136,2	90,06	0,04
Cable3	Cable	0,001	0,001	3,98	90,19	1,06
Cable4	Cable	0	0,04	104,8	0	0,01
Cable5	Cable	0	0,04	104,8	0	0,01
Cable15	Cable	0,002	0,001	4,66	89,65	0,1
Cable16	Cable	0	-0,04	104,8	-0,01	0,08
Cable17	Cable	0	-0,04	104,8	-0,01	0,08
Cable18	Cable	0,019	0,013	60,52	82	0,04
Cable19	Cable	0,001	0	2,173	90,11	0,54
Cable20	Cable	0,001	0	2,966	90,15	0,54
Cable21	Cable	0,003	0,002	9,81	90,33	1,72
Cable22	Cable	0,001	0	2,461	90,08	0,44
Cable23	Cable	0,028	0,013	81,14	89,98	2,13
Cable24	Cable	0,001	0	1,548	90,09	0,43
Cable25	Cable	0,001	0,001	3,968	90,22	1,12
Cable26	Cable	0,001	0,001	3,968	90,22	1,13
Cable27	Cable	0,001	0	2,04	90,07	0,38
Cable28	Cable	0,001	0,001	3,987	90,22	1,25
Cable29	Cable	0,001	0	2,959	90,1	0,57
Cable30	Cable	0,001	0,001	3,965	90,21	1,18
Cable31	Cable	0,001	0	2,305	90,12	0,66
Cable32	Cable	0,002	0,001	4,468	90	0,74
Cable33	Cable	0,002	0,001	4,44	90	0,71
Cable34	Cable	0,005	0,003	15,06	83,13	0,01
Cable35	Cable	0	0	1,325	85,02	0,05
Cable36	Cable	0	0	1,325	85,02	0,06
Cable37	Cable	0	0	1,454	85,02	0,06
Cable38	Cable	0,001	0	1,701	85,08	0,05
Cable39	Cable	0,001	0	1,701	85,08	0,06
Cable40	Cable	0	0	1,449	80,03	0,08
Cable41	Cable	0	0	1,449	80,04	0,09
Cable42	Cable	0	0	1,449	80,04	0,09
Cable43	Cable	0,001	0	2,017	80,37	0,13
Cable44	Cable	0	0	1,206	85,99	0,03
Cable45	Cable	0,041	0,019	119,9	90,86	0,04
Cable46	Cable	0,002	0,001	5,59	90,01	0,08
Cable47	Cable	0,001	0	3,307	92,05	0,3
Cable48	Cable	0,001	0	1,939	92,02	0,11
Cable49	Cable	0,001	0,001	3,38	90,06	0,3
Cable50	Cable	0,003	0,001	7,396	90,12	0,63
Cable51	Cable	0,001	0	2,397	90,01	0,08
Cable52	Cable	0,001	0	1,527	91,03	0,19

Cable53	Cable	0,001	0	1,544	90,04	0,19
Cable54	Cable	0	0	0,967	90,02	0,11
Cable55	Cable	0	0	1,062	91,02	0,12
Cable56	Cable	0	0	0,967	90,02	0,11
Cable57	Cable	0	0	1,074	90,02	0,12
Cable58	Cable	0	0	1,074	90,02	0,12
Cable59	Cable	0,001	0	1,561	89,04	0,16
Cable60	Cable	0,002	0,001	5,534	90,07	0,37
Cable61	Cable	0,001	0,001	3,22	90,04	0,21
Cable62	Cable	0,026	0,012	75,19	91,17	0,3
Cable63	Cable	0	0	1,111	90,02	0,11
Cable64	Cable	0	0	1,099	91,02	0,1
Cable65	Cable	0,074	0,035	214,5	90,31	0,02
Cable66	Cable	0	0	1,061	90,06	0,29
Cable67	Cable	0,003	0,002	8,255	85,42	1,39
Cable68	Cable	0,001	0	2,151	85,17	0,57
Cable69	Cable	0,002	0,001	5,57	90,2	1,04
Cable70	Cable	0,004	0,002	11,69	86,2	2,12
Cable71	Cable	0,003	0,002	9,517	85,59	1,76
Cable72	Cable	0	0	1,557	82,16	0,43
Cable73	Cable	0,002	0,001	6,617	88,58	0,22
Cable74	Cable	0,027	0,01	76,33	93,95	1,02
Cable75	Cable	0,002	0,001	5,412	85,35	1,15
Cable76	Cable	0,003	0,001	8,29	89,17	0,29
Cable77	Cable	0,003	0,002	9,531	85,63	1,91
Cable78	Cable	0,002	0,001	5,708	88,24	0,19
Cable80	Cable	0,004	0,002	11,26	89,47	2,19
Cable81	Cable	0,004	0,002	11,24	89,44	2,05
Cable82	Cable	0,004	0,002	11,23	89,41	1,95
Cable83	Cable	0,001	0,001	3,447	89,01	0,09
Cable84	Cable	0,002	0,001	5,92	89,02	0,16
Cable85	Cable	0,001	0,001	3,858	85,26	0,85
Cable86	Cable	0,002	0,001	5,591	90,01	0,12
Cable87	Cable	0,001	0	1,979	85,11	0,36
Cable88	Cable	0,002	0,001	5,59	90,01	0,11
Cable89	Cable	0,001	0,001	3,37	91,01	0,06
Cable90	Cable	0,012	0,006	36,19	90,04	0,02
Cable91	Cable	0,003	0,001	9,021	90,96	1,92
Cable92	Cable	0,001	0,001	4,188	91,09	2,13
Cable93	Cable	0,001	0	2,866	89,07	1,66
Cable94	Cable	0,002	0,001	4,65	89,46	0,25
Cable95	Cable	0,001	0	1,861	89,19	0,86
Cable96	Cable	0,004	0,002	11,75	89,68	3,2
Cable97	Cable	0,001	0	1,859	89,17	0,75
Cable98	Cable	0,004	0,002	11,22	90,54	0,25
Cable99	Cable	0,002	0,001	4,954	91,08	0,47
Cable100	Cable	0,002	0,001	6,27	90,02	0,13
Cable101	Cable	0,033	0,017	98,57	88,73	0,02

Cable102	Cable	0,002	0,001	5,942	85,09	0,29
Cable103	Cable	0,002	0,001	5,581	89,02	0,13
Cable104	Cable	0,001	0	1,633	85,03	0,09
Cable105	Cable	0,003	0,002	9,547	85,17	0,56
Cable106	Cable	0,002	0,001	6,556	90,08	0,42
Cable107	Cable	0,003	0,001	9,042	90,01	0,1
Cable108	Cable	0,001	0	2,178	91	0,02
Cable109	Cable	0,001	0	2,202	90	0,03
Cable110	Cable	0,001	0	2,278	87	0,03
Cable111	Cable	0,001	0	2,202	90	0,03
Cable112	Cable	0,002	0,001	5,521	90,03	0,16
Cable113	Cable	0,002	0,001	5,584	89,03	0,17
Cable114	Cable	0,001	0	2,503	85,09	0,29
Cable115	Cable	0,002	0,001	5,241	89,03	0,16
Cable116	Cable	0,002	0,001	5,527	91,01	0,07
Cable117	Cable	0,001	0	2,877	89,03	0,14
Cable118	Cable	0,001	0	2,36	88,05	0,23
Cable119	Cable	0,005	0,002	13	92	0,03
Cable120	Cable	0,002	0,001	5,59	83,52	0,18
Cable121	Cable	0,001	0,001	3,351	86,89	0,12
Cable122	Cable	0,014	0,007	39,68	90,11	0,04
Cable123	Cable	0,007	0,003	19,44	91,09	0,63
Cable124	Cable	0,007	0,003	20,25	89,13	0,68
Cable125	Cable	0,005	0,002	13,57	89,31	0,01
Cable126	Cable	0,005	0,002	13,57	89,31	1,46
Cable127	Cable	0,005	0,003	14,2	85,42	0,01
Cable128	Cable	0,002	0,001	7,098	85,41	1,33
Cable129	Cable	0,002	0,001	7,102	85,42	1,38
Cable130	Cable	0,017	0,009	52,03	87,74	0,05
Cable131	Cable	0,007	0,003	20,37	89,24	1,26
Cable132	Cable	0,003	0,001	7,963	88,46	1,91
Cable133	Cable	0,003	0,002	9,627	85,09	2,25
Cable134	Cable	0,003	0,002	9,633	85,11	2,32
Cable135	Cable	0,002	0,001	4,479	90,14	0,73
Cable137	Cable	0,034	0,019	102,2	87,04	0,03
Cable138	Cable	0,003	0,001	8,733	95	0,53
Cable139	Cable	0,001	0	1,673	83,03	0,09
Cable140	Cable	0,002	0,001	4,773	83,12	0,31
Cable141	Cable	0,004	0,002	11,41	85,51	0,57
Cable142	Cable	0,002	0,001	6,43	83,95	0,34
Cable143	Cable	0,001	0,001	2,344	81,23	0,2
Cable144	Cable	0,002	0,001	6,434	83,97	0,4
Cable145	Cable	0,001	0,001	2,345	81,24	0,23
Cable146	Cable	0,002	0,001	6,438	83,99	0,46
Cable147	Cable	0,001	0,001	2,346	81,26	0,26
Cable148	Cable	0,002	0,001	6,442	84,01	0,51
Cable149	Cable	0,001	0	2,24	85,09	0,29
Cable150	Cable	0,002	0,001	6,072	89,12	0,57

Cable151	Cable	0,001	0	2,215	86,09	0,32
Cable152	Cable	0,002	0,001	6,074	89,13	0,61
Cable153	Cable	0,001	0	2,241	85,11	0,34
Cable154	Cable	0,002	0,001	6,076	89,14	0,64
Cable155	Cable	0,002	0,001	6,077	89,14	0,65
Cable156	Cable	0,002	0,001	6,078	89,14	0,67
Cable157	Cable	0,002	0,001	6,08	89,15	0,71
Cable158	Cable	0,012	0,006	34,51	89,85	0,02
Cable159	Cable	0,002	0,001	4,787	90,09	1,66
Cable160	Cable	0,001	0	2,305	90,12	0,6
Cable161	Cable	0,001	0	2,305	90,12	0,59
Cable162	Cable	0,001	0	2,304	90,12	0,58
Cable163	Cable	0,001	0	2,304	90,11	0,57
Cable164	Cable	0,001	0	1,539	89,08	0,37
Cable165	Cable	0,001	0	1,556	88,09	0,36
Cable166	Cable	0,001	0	1,688	89,09	0,39
Cable167	Cable	0,001	0	2,049	89,07	0,3
Cable168	Cable	0,001	0	1,522	90,07	0,35
Cable169	Cable	0,001	0,001	3,254	89,16	0,73
Cable170	Cable	0,002	0,001	4,586	91,18	1,01
Cable171	Cable	0,001	0	2,328	89,11	0,49
Cable172	Cable	0,001	0	1,984	90,05	0,26
Cable173	Cable	0,051	0,027	152,3	88,82	0,01
Cable174	Cable	0	0	1,242	80,03	0,08
Cable175	Cable	0	0	1,197	83,03	0,08
Cable176	Cable	0,011	0,006	33,6	90,03	0,29
Cable177	Cable	0	0	1,234	81,04	0,09
Cable178	Cable	0	0	1,22	82,04	0,1
Cable179	Cable	0,001	0	2,153	85,04	0,12
Cable180	Cable	0,002	0,001	5,593	89,07	0,34
Cable181	Cable	0,001	0,001	2,629	83,05	0,16
Cable182	Cable	0,002	0,001	5,858	85,11	0,37
Cable183	Cable	0,001	0	1,634	85,05	0,16
Cable184	Cable	0	0	1,22	82,05	0,12
Cable186	Cable	0,004	0,002	11,88	87,13	0,53
Cable187	Cable	0,004	0,002	11,88	87,13	0,54
Cable188	Cable	0,004	0,002	11,89	87,14	0,56
Cable189	Cable	0,001	0,001	3,479	83,16	0,45
Cable190	Cable	0,004	0,002	10,9	90,02	0,15
Cable191	Cable	0,004	0,002	10,91	90,02	0,15
Cable192	Cable	0,004	0,002	10,91	90,02	0,16
Cable194	Cable	0,009	0,004	25,54	90,55	0,15
Cable195	Cable	0,002	0,001	4,583	91,11	0,64
Cable196	Cable	0,001	0	2,728	91,07	0,4
Cable197	Cable	0,002	0,001	6,481	90,12	0,64
Cable198	Cable	0,001	0	2,296	90,07	0,37
Cable199	Cable	0	0	1,253	89,05	0,21
Cable200	Cable	0,001	0,001	3,649	90,13	0,64

Cable201	Cable	0,002	0,001	4,557	91,1	0,57
Cable202	Cable	0,024	0,015	74,94	85,93	0,03
Cable203	Cable	0,001	0,001	4,49	85,09	0,28
Cable204	Cable	0,002	0,001	6,032	85,08	0,26
Cable205	Cable	0,001	0,001	4,492	85,1	0,31
Cable206	Cable	0,002	0,001	6,033	85,09	0,28
Cable207	Cable	0,001	0,001	3,037	87,06	0,24
Cable208	Cable	0,001	0	2,3	87,05	0,19
Cable209	Cable	0,001	0,001	3,109	85,08	0,26
Cable210	Cable	0,001	0	2,228	85,06	0,19
Cable211	Cable	0,003	0,001	7,574	88,11	0,46
Cable212	Cable	0,001	0,001	4,337	89,02	0,11
Cable213	Cable	0,001	0,001	4,337	89,02	0,11
Cable214	Cable	0,001	0,001	4,345	89,06	0,29
Cable215	Cable	0,001	0,001	4,339	89,03	0,15
Cable216	Cable	0,001	0,001	2,935	83,11	0,3
Cable217	Cable	0,001	0,001	2,935	83,11	0,31
Cable218	Cable	0,001	0,001	2,935	83,11	0,32
Cable219	Cable	0,001	0,001	2,935	83,12	0,33
Cable220	Cable	0	0	1,2	81,05	0,13
Cable221	Cable	0,001	0	2,282	83,06	0,18
Cable222	Cable	0	0	1,573	81,08	0,19
Cable223	Cable	0	0	1,573	81,08	0,19
Cable224	Cable	0,003	0,002	8,845	85,21	0,10
Cable225	Cable	0,001	0,001	2,987	83,14	0,4
Cable226	Cable	0,001	0	2,878	89,04	0,2
Cable227	Cable	0,001	0,001	2,994	83,22	0,63
Cable228	Cable	0,023	0,012	67,73	88,5	0,03
Cable229	Cable	0,006	0,003	16,87	89,39	1,91
Cable230	Cable	0,001	0,001	3,969	83,38	1,06
Cable231	Cable	0,003	0,002	10,11	85,53	1,77
Cable232	Cable	0,004	0,002	13,29	87,59	2,32
Cable233	Cable	0,006	0,003	17,03	92,04	1,66
Cable234	Cable	0,001	0,001	2,948	87,07	0,29
Cable235	Cable	0,001	0	1,818	83,16	0,44
Cable236	Cable	0,001	0	1,818	83,15	0,43
Cable237	Cable	0,041	0,018	117,8	91,52	0,04
Cable238	Cable	0,027	0,011	77,55	92,95	0,47
Cable239	Cable	0,002	0,001	4,878	85,2	0,66
Cable240	Cable	0,01	0,005	30,01	89,09	0,68
Cable241	Cable	0,001	0,001	3,658	89,04	0,19
Cable242	Cable	0,001	0	1,829	85,11	0,35
Cable243	Cable	0,029	0,014	86,23	89,68	0,03
Cable244	Cable	0,002	0,001	5,547	91,06	2,14
Cable245	Cable	0	0	1,082	90,06	0,31
Cable246	Cable	0,005	0,002	13,33	90,47	2,44
Cable247	Cable	0,002	0,001	5,718	89,22	1,21
Cable248	Cable	0,002	0,001	5,718	89,22	1,20

Cable249	Cable	0,001	0,001	4,256	91,08	2,36
Cable250	Cable	0,002	0,001	4,596	87,32	1,36
Cable251	Cable	0,004	0,002	10,86	91,01	1,66
Cable252	Cable	0,002	0,001	4,492	89,26	1,18
Cable253	Cable	0,003	0,002	9,752	87,65	2,49
Cable254	Cable	0,001	0,001	3,78	91,01	0,83
Cable255	Cable	0,011	0,006	32,83	87,59	0,02
Cable256	Cable	0,001	0,001	3,31	88,04	0,19
Cable257	Cable	0,002	0,001	4,887	83,32	0,89
Cable258	Cable	0,001	0,001	3,309	88,03	0,17
Cable259	Cable	0,002	0,001	6,155	87,31	1,2
Cable260	Cable	0,002	0,001	5,591	90,01	0,12
Cable261	Cable	0,001	0	1,872	83,13	0,36
Cable262	Cable	0,001	0,001	3,868	89,04	0,21
Cable269	Cable	0,008	0,003	23,15	91,99	0,06
Cable270	Cable	0,002	0,001	5,713	89,2	2,42
Cable271	Cable	0,002	0,001	5,712	89,2	1,09
Cable272	Cable	0,002	0,001	5,711	89,19	1,07
Cable273	Cable	0,001	0,001	3,868	89,04	0,21
Cable274	Cable	0	-0,01	26,73	-0,01	0,01
Cable275	Cable	0	0,01	26,73	0	0,01
T1	Transf. 2W	0,248	0,09	11,05	94	6,26
T2	Transf. 2W	0,248	0,09	11,05	94	6,26
T4 - 50KVA	Transf. 2W	0,02	0,004	0,832	98,21	1,87

Cargabilidad	
Transformador 800 KVA trigo	32,7%
Transformador 800 KVA maíz	32,7%
Transformador 50 KVA Ilum	39%
Factor de potencia	
Transformador 50 KVA Ilum	98,21%

**Realizado por:** Los Postulantes

Mediante la simulación de la propuesta se obtiene que existe una reducción del 2,2% del porcentaje de cargabilidad en los transformadores de 800 KVA, mientras que en el transformador de 50 KVA de iluminación existe una reducción del 7,6%, con la inclusión del banco de capacitores de 10 KVAr en el transformador de 50 KVA se mejora el factor de potencia del 81% al 98,21% mejorando considerablemente el sistema.

### Costo de materiales para el banco de capacitores para el transformador T4 Iluminación

**Tabla 39:** Costo de materiales para el banco de capacitores

<b>COSTO DE MATERIALES PARA EL BANCO DE CAPACITORES</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Controlador de factor de potencia	1	381.64	381.64
Contactador LC1D12M7 18 A-22OV	1	9.28	9.28
Condensador Trifásico 10KVAR-220V	1	112.12	112.12
Transformador de corriente 80/5 A	1	9.84	9.84
Int termo magnético C60N-3P-40 A	1	16.33	16.33
Interruptor seccionador fusible 3	1	50.80	50.80
Fusible NH-00-16A mas base	3	3.56	10.63
Breker de C60N-1P-1 A	2	9.18	18.36
Breker de C60N-1P-16 A	1	4.88	4.88
Gabinete 1 30×30×50	1	73.44	73.44
Conductor 8 AWG THHN-FLEX (m)	5	1.46	7.30
Conductor 4 AWG THHN-FLEX (m)	9	3.38	30.42
Cable desnudo 6 AWG 7hilos (m)	6	1.73	10.38
Materiales varios	1	10	10
<b>Realizado por:</b> Los Postulantes		<b>SUBTOTAL</b>	<b>745.42</b>
		<b>IVA 14 (%)</b>	<b>108.35</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>853.77</b>

**Tabla 40:** Costo de instalación

<b>COSTO DE INSTALACIÓN</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Mano de obra (dos personas)	1	150	150
Diseño del banco	1	0	0
Dirección técnica	1	70	70
Costos indirectos e imprevistos	1	20	20
<b>Realizado por:</b> Los Postulantes		<b>SUBTOTAL</b>	<b>240</b>
		<b>IVA 14 (%)</b>	<b>33,6</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>273,6</b>

**Tabla 41:** Costo de operación y mantenimiento

<b>COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Mantenimiento (1 por año)	1	60	60
<b>Realizado por:</b> Los Postulantes		<b>SUBTOTAL</b>	<b>60,00</b>
		<b>IVA 14 (%)</b>	<b>8,4</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>68,4</b>

**Tabla 42:** Costo de retiro del equipo

<b>COSTO DE RETIRO DEL EQUIPO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Costos mano de obra	1	61	61
			<b>SUBTOTAL</b>
			<b>IVA 14 (%)</b>
			<b>TOTAL</b>

**Realizado por:** Los Postulantes

**Tabla 43:** Costo de reposición de una unidad

<b>COSTO DE REPOSICIÓN DE UNA UNIDAD</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Valor de adquisición de una unidad	1	90	90
Gastos de instalación	1	61	61
			<b>SUBTOTAL</b>
			<b>IVA 14 (%)</b>
			<b>TOTAL</b>

**Realizado por:** Los Postulantes

**Tabla 44:** Resumen de costos de banco de capacitores.

<b>RESUMEN DE COSTOS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Costo materiales	1	853,77
Costo de instalación	1	273,6
Costo de mantenimiento	1	68,4
Costo de retiro del equipo	1	69,54
Costo de reposición de una unidad		172,14
		<b>1437,45</b>

**Realizado por:** Los Postulantes**Tabla 45:** Resumen de costos de cambio de conductores.

<b>RESUMEN DE COSTOS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Costo materiales	1	1244,95
Costo de instalación	1	150
		<b>1394,95</b>

**Realizado por:** Los Postulantes**Tabla 46:** Resumen general de la propuesta

<b>RESUMEN DE COSTOS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Costos de banco de capacitores.	1	1437,45
Costos de cambio de conductores.	1	1394,95
		<b>2832,40</b>

**Realizado por:** Los Postulantes

### Análisis económico

Lo que se considerara es analizar los beneficios económicos que se obtendrán al mejorar el factor de potencia mediante un banco de condensadores automático.

El análisis económico debe considerar los costos y beneficios que se derivaran del proyecto y se los valorara para determinar si su ejecución es o no conveniente.

La empresa “Molinos Poulitier S.A” por motivo de presentar un bajo factor de potencia ha tenido que pagar penalizaciones las cuales se ven reflejadas en las facturas de consumo eléctrico, en la siguiente tabla se muestra un resumen de las facturas de consumo eléctrico que la empresa tiene que pagar cada mes, los valores que se presentan son de los últimos doce meses. Las facturas de consumo eléctrico se muestran en los anexos.

**Tabla 47:** Resumen facturas grandes clientes

FACTURA GRANDES CLIENTES FBCA. MOLINOS POULTIER S.A					
Periodo de consumo	Demanda KW	Consumo total de energía [KWh]	F.P	Penalización [\$]	Total a pagar servicio eléctrico [\$]
Ago-15	702	145,052	0,92	0	14018,23
Sep-15	702	164,878	0,92	0	15447,39
Oct-15	713	188,604	0,92	0	18842,1
Nov-15	743	195,139	0,91	133,51	17946,89
Dic-15	702	160,708	0,92	150,12	16266,38
Ene-16	708	212,075	0,91	193,59	22662,92
Feb-16	707	146,132	0,91	66,88	15782,32
Mar-16	738	158,135	0,91	53,79	16896,6
Abr-16	655	172,248	0,91	100,81	18949,21
May-16	751	188,009	0,92	0	18846,37
Jun-16	756	184,443	0,9	286,84	20699,24
Jul-16	766	189,698	0,92	0	19742,45
Consumo anual	8643	2210,121		985,54	227612,1

**Fuente:** Empresa “Molinos Poulitier S.A”

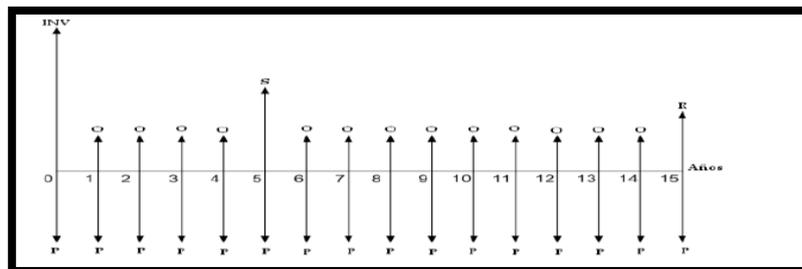
## Análisis económico para la corrección del factor de potencia mediante un banco de condensadores automático

Existen varios rubros relacionados con la compra de un equipo de compensación. Primero se encuentra los costos de adquisición de los materiales, costos de instalación, costos de mantenimiento que se lo hace una vez al año durante la vida útil del equipo, costo de reposición de una unidad y finalmente el costo de retiro del equipo al final de su vida útil, como se detalló anteriormente.

Con estos desembolsos se los realizara en diferentes tiempos (años diferentes) es necesario llevarlos a un solo punto común en la escala del tiempo y esto se lo puede hacer calculando el valor presente.

Se puede representar lo anteriormente descrito en un flujo de caja, para un equipo cuya vida útil es de 15 años. Este flujo de caja se lo puede observar en la siguiente figura. Además, se considerará un desembolso en el año 5 que representa la reposición de una unidad del banco de condensadores. Este valor representa un seguro a los daños que podrían darse en una unidad del banco en los primeros años de funcionamiento.

**Gráfico 20:** Flujo de caja durante la vida útil del banco de condensadores



**Fuente:** Catalogo condensadores

### Dónde:

INV: Son los costos de adquisición de materiales e instalación del equipo (\$ 2522,32), es la inversión inicial.

O: Son los costos por operación mantenimiento del equipo (\$ 68,40) cada año.

S: Es el costo por la reposición de una unidad del banco (\$ 172,14).

R: Es el costo de retiro del equipo al final de su vida útil (\$ 69,54).

P: Son las penalizaciones por motivo de un bajo factor de potencia (\$ 1454,13).

### **Cálculo del valor presente (VP) de los costos de inversión**

Utilizando el concepto de valor presente y con un interés del 10% se tiene la siguiente expresión la cual permite calcular el valor presente de una serie de anualidades constantes que se pagan en un lapso de tiempo definido.

$$VP = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Además, para traer a valor presente una cantidad que se encuentra ubicada en un tiempo diferente al año cero y que no es una serie de anualidades constante se utilizara la siguiente expresión.

$$VP = Ain \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

### **Dónde:**

VP= Valor presente.

A= Anualidad que se requiere traer a valor presente.

Ain= Valor que se requiere traer a valor presente.

I= Es la tasa de inversión anual.

N= Es el periodo de años.

### **Cálculo del VP1 costos de inversión**

Como este valor se encuentra en el año cero este será el mismo teniendo así:

$$VP1 = INV$$

$$VP1 = 2522,32 \text{ USD}$$

### **Cálculo del VP2 costos de operación y mantenimiento**

Como los costos de operación y mantenimiento son valores constantes de anualidades que se pagan en un lapso de tiempo definido se tiene.

$$VP2 = 68,40 \left[ \frac{(1 + 0,1)^{15} - 1}{0,1(1 + 0,1)^{15}} \right]$$

$$VP2 = 520,25 \text{ USD}$$

### **Cálculo del VP3 costo de reposición de una unidad**

Como el valor por reposición de una unidad, es una cantidad que se encuentra ubicada en un tiempo diferente al año cero (año 5 según el flujo de caja), se tiene:

$$VP3 = \left[ \frac{172,14}{(1 + 0,1)^5} \right]$$

$$VP3 = 106,88 \text{ USD}$$

### **Cálculo del VP4 costo de retiro de la unidad al final de su vida útil**

Este valor presenta las mismas características que VP3 con la única diferencia es que el periodo del año es igual a 15 se tiene:

$$VP4 = \left[ \frac{69,54}{(1 + 0,1)^{15}} \right]$$

$$VP4 = 16,64 \text{ USD}$$

### **Cálculo del VP total de los costos de inversión**

Es el valor que se determina con la sumatoria de los valores presentes ya calculados.

$$CI = VP = VP1 + VP2 + VP3 + VP4$$

$$CI = 2522,32 + 520,25 + 106,88 + 16,64$$

$$CI = 3166,09 \text{ USD}$$

### **Cálculo del valor presente de las penalizaciones**

Las penalizaciones presentan valores constantes de anualidades que se pagan en un lapso de tiempo definido, se tienen:

$$VP = 985,54 \left[ \frac{(1 + 0,1)^{15} - 1}{0,1(1 + 0,1)^{15}} \right]$$

$$VP = 7496,09 \text{ USD}$$

Cabe indicar que este valor será el beneficio económico que se tendrá al instalar un banco de condensadores en un periodo de 15 años.

### **Determinación del Valor Presente Neto VPN**

$$VPN = VP - CI$$

$$VPN = 7496,09 - 3166,09$$

$$VP = 4330,00 \text{ USD}$$

### **Relación Beneficio/Costo**

$$\frac{B}{C} = \frac{4330}{3166,09} = 1,36$$

Es la relación entre el valor presente respecto a la inversión inicial

### **Relación Beneficio/Costo**

$$RC = \frac{3166,09}{4330} \times 12 \text{ meses}$$

$$RC = 8,77$$

Esto quiere decir que la inversión se recuperara en el lapso de 9 meses.

### Resumen de resultados

Para los indicadores de rentabilidad se consideró una de interés anual del 10% y un horizonte de evaluación de 15 años.

**Tabla 48:** Indicadores de rentabilidad

INDICADOR	VALOR	DETALLE
Valor Presente Neto (VPN)	4330 USD	El proyecto es rentable debe ser aceptado.
Relación Costo/Beneficio	1,36	>1 Se acepta al proyecto.
Periodo de recuperación del capital RC	9 meses	= 9 meses, se recupera el capital invertido en un tiempo razonable.

**Realizado por:** Los Postulantes

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Mediante el censo de carga realizado en la empresa “Molinos Poulthier S.A”, se determina que el transformador T1 del molino de trigo se encuentra con un porcentaje de carga instalada de 106.08%, con un factor de potencia de 0.94, mientras que el transformador T2 del molino de maíz se encuentra con un porcentaje de carga instalada de 94,83% con un factor de potencia de 0.93, por último el transformador T4 de iluminación su porcentaje de carga instalada es de 66,59% y el factor de potencia es 0.81.
- El transformador de 50 KVA del sistema de iluminación de la empresa tiene un bajo factor de potencia 0,81, el cual requiere un banco de capacitores para compensar el bajo factor de potencia.

- En cuanto a las caídas de voltaje existen ciertos conductores tanto en el área de maíz, como en el área de trigo que sobrepasan el porcentaje permitido según el N.E.C, en el alimentador principal es conveniente que la caída de tensión no sea mayor de 1%, en los sub-alimentadores 2%, la caída de tensión sea 3% en los circuitos derivados del tablero principal a la carga de consumo, siendo aceptado hasta un 5%, presentándose la mayor caída de voltaje del sub tablero a la carga en el área de maíz, motor 3 KW, el porcentaje es de 4,88%.
- Los valores correspondientes a voltajes en los transformadores de trigo, maíz e iluminación respectivamente están dentro de los límites permitidos de variación  $\pm 8\%$  considerando el voltaje secundario de los transformadores 132V.
- Una vez analizados los datos se establece que el factor de utilización actual del molino de trigo es del 43%, mientras que el factor de utilización del molino de maíz es del 22%, se debe indicar que estos dos transformadores están conectados en paralelo es decir entre los 2 el factor de utilización es del 65%, el transformador de iluminación tiene un factor de utilización del 46%, mientras que el factor de utilización obtenido mediante la simulación arroja que entre los dos transformadores que se encuentran conectados en paralelo tienen un porcentaje de cargabilidad del 67,60%, el transformador de iluminación está en el 46,60%, estos valores concuerdan y se afirma que el transformador se encuentra subcargado y es capaz de asimilar una mayor demanda.

## Recomendaciones

- El censo de carga permite obtener la carga total instalada en la empresa, cabe recalcar que no todas funcionan al mismo tiempo por lo que se requiere conocer varios factores que influyen para el cálculo de la carga real conectada al sistema.
- Con los datos de los tres últimos meses del consumo de energía se realizó el cálculo del banco de capacitores, utilizando el método I, se obtiene el valor del banco de capacitores 10 KVAR automático, el cual entra a operar de forma inmediata cuando se incrementa la demanda en la empresa.
- Mediante los cálculos de caídas de voltajes realizados, se determinó que existen conductores y cargas, con un porcentaje superior al límite permitido según la norma NEC, y otras cargas cerca del límite, para lo cual se requiere el cambio de los conductores por otros de mayor capacidad.
- Los porcentajes de regulación de voltajes que superan los límites establecidos por la regulación 004/01 ARCONEL,  $\pm 8\%$ , se recomienda como una alternativa, la regulación del banco de capacitores o a su vez bajar o subir la posición del tap del transformador.
- Es prudente realizar mantenimiento preventivo y correctivo de los motores correspondientes a los molinos tanto de trigo como de maíz, puesto que están sometidos a condiciones extremas de contaminación por material fino que puede provocar el calentamiento excesivo en los bobinados.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- AIMARETTI, Ricardo. Ingeniero Staff. Tadeo Czerweny S.A. Disponible en <http://www.tadeoczerweny.com.ar>.
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Albacete. Disponible en <http://www.coitiab.es>.
- Ferraci, P. (2006). La calidad de la energía eléctrica, cuaderno técnico n° 199: Schneider-Electric.
- Morrow, L. (2006). Manual de Mantenimiento Industrial. España: Editorial C.E.C.S.A.
- NTC 2050. (1996). Instituto colombiano de normas, técnicas y certificación ICONTEC.
- NTE INEN 2115:2004. (2012). Transformadores de distribución nuevos trifásicos valores de corriente sin carga, Pérdidas y voltaje de cortocircuito. Primera edición: Quito – Ecuador.
- Quintuisaca, P. (2011). Demanda eléctrica. Cuenca: Editorial E.E.E.C.S.C.Machado, S. (2011). Departamento de estudios técnicos DIPLA. Cuenca: Editorial E.E.E.C.S.C.
- Ramírez, C. Redes de distribución de energía. Tercera edición.
- Ramírez, R. (2008). Diseño de un Modelo de Energética Global Nacional de Largo Plazo. Segunda Edición
- Registro Oficial. (2011). Ley orgánica de defensa del consumidor. Modificado el 13 de octubre del 2011, de <http://www.lexis.com.ec>.
- Regulación N°. Conelec 004/01. (2006). Calidad del servicio eléctrico de distribución, 1-25.
- Tamaño de una muestra, [http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL\\_02\\_BAS02.pdf](http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf)

# ANEXOS

**Anexo1:** Subestación de la empresa “Molinos Poulter S.A”



**Fuente:** “Molinos Poulter S.A”

**Anexo 2:** Instalación del analizador de carga Fluke 1735 en el transformador de 800 KVA del molino de trigo



**Fuente:** “Molinos Poulter S.A”

**Anexo 3:** Instalación del analizador de carga Fluke 1735 en el transformador de 800 KVA del molino de maíz



**Fuente:** “Molinos Poulter S.A”

**Anexo 4:** Instalación del analizador de carga Fluke 1735 en el transformador de 50 KVA Iluminación



**Fuente:** "Molinos Poulter S.A"

## Anexo 5: Transformador de servicios auxiliares



Fuente: "Molinos Poulitier S.A"

## Transformador molino de trigo T1 800 KVA

Anexo 6: Potencia de las cargas teóricas conectadas al transformador T1 800KVA

<b>PISO -1 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(HP)
1	Motor silo general	220	4,5	6,03	4,5	6,03
1	Motor silo general	220	1,7	2,28	1,7	2,28
1	Motor Martillo (SIEMENS)	220	50,5	67,69	50,5	67,69
4	Motor Alaranda	220	2,4	3,22	9,6	12,87
1	Motores silo BUHLER	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor silo 1 (ITALVIBRAS)	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor silo tolva 1	220	2,4	3,22	2,4	3,22
1	Motor silo 2 (ITALVIBRAS)	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor silo tolva 2	220	2,4	3,22	2,4	3,22
1	Motor silo 3 (ITALVIBRAS)	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor silo tolva 3	220	2,4	3,22	2,4	3,22
1	Motor silo 4 (ITALVIBRAS)	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor silo tolva 4	220	2,4	3,22	2,4	3,22
1	Motor silo 5 (ITALVIBRAS)	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor silo tolva 5	220	2,4	3,22	2,4	3,22
1	Motor silo 6 (ITALVIBRAS)	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor silo tolva 6	220	2,4	3,22	2,4	3,22
20	TOTAL				85,93	115,23

<b>PISO 0 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor molino elevador	220	0,85	1,14	0,85	1,14
1	Motor molino elevador	220	12,6	16,89	12,6	16,89
3	Motor de Trigo 1	220	0,85	1,14	2,55	3,42
3	Molino Nebulizador	220	0,54	0,72	1,62	2,17
1	Motor banda transportadora	220	0,75	1,00	0,746	1,00
1	Molino Nebulizador	220	0,60	0,80	0,6	0,80
1	Motor Trigo 2	220	0,85	1,14	0,85	1,14
1	Motor de banda transportadora 2	220	1,2	1,61	1,2	1,61
1	Motor de Bomba	220	1,79	2,40	1,7904	2,40
1	Motor de Bandas parte exterior	220	5	6,70	5	6,70
14	<b>TOTAL</b>				<b>27,81</b>	<b>37,27</b>

<b>PISO 1 - TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
2	Motor ELEVADOR	220	0,3	0,40	0,6	0,80
1	Motor Harina TRIOR NCK	220	0,75	1,01	0,75	1,01
1	Motor Transición	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor Transición	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor de Harina	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor Harina	220	0,9	1,21	0,9	1,21
1	Motor banda transportadora	220	150	201,07	150	201,07
1	Motor de Muestra 1	220	0,37	0,50	0,37	0,50
1	Motor de Muestras 2	220	0,37	0,50	0,373	0,50
3	Motor de Transición y Polea	220	4,80	6,43	14,4	19,30
1	Motor poleas	220	1,20	1,61	1,2	1,61
1	Motor Banda transportadora	220	15	20,11	15	20,11
1	Motor Parte Alta	220	4,7	6,30	4,7	6,30
3	Motor Poleas	220	29,84	40,00	89,52	120,00
19	<b>TOTAL</b>				<b>282,76</b>	<b>379,04</b>

<b>PISO 2 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor saca afrecho	220	1,5	2,01	1,5	2,01
1	Motor afrecho	220	0,9	1,21	0,9	1,21

1	Molino de transistor	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor Molienda 2	220	0,4	0,54	0,4	0,54
1	Molino de Afrecho	220	1,2	1,61	1,2	1,61
1	Molino de Afrecho	220	0,78	1,05	0,78	1,05
1	Motor Transistor BUHLER	220	1,49	2,00	1,492	2,00
7	<b>TOTAL</b>				<b>8,47</b>	<b>11,36</b>

<b>PISO 3 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor afrecho de empaque taje	220	1,2	1,61	1,2	1,61
1	Motor afrecho de empaque taje	220	0,9	1,21	0,9	1,21
2	Motor de Banco de Molienda	220	2,5	3,35	5	6,70
2	Motor de tolva-banco	220	1,8	2,41	3,6	4,83
1	Molino Tolva 1	220	0,85	1,14	0,85	1,14
1	Motor silo 1	220	1,2	1,61	1,2	1,61
1	Molino GOLFETTO (PADOVA)	220	3,3	4,42	3,3	4,42
2	Motor GOLFETTO	220	11,19	15,00	22,38	30,00
2	Motor DELTA SIEMENS	220	11,19	15,00	22,38	30,00
4	Motor Tolva- Zarandada	220	1,1	1,47	4,4	5,90
1	Motor Zarandada	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor Elevador	220	0,4	0,54	0,4	0,54
1	Motor Primera Zarandada	220	0,85	1,14	0,85	1,14
1	Motor Tolva 1	220	0,55	0,74	0,55	0,74
21	<b>TOTAL</b>				<b>67,56</b>	<b>90,56</b>

<b>PISO 4 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor sistema de aspiración	220	0,9	1,21	0,9	1,21
1	Motor afrecho	220	7,5	10,05	7,5	10,05
1	Motor afrecho 2	220	0,9	1,21	0,9	1,21
3	<b>TOTAL</b>				<b>9,30</b>	<b>12,47</b>

<b>PISO 5 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor afrecho Fimet	220	6	8,04	6	8,04
1	Motor afrecho	220	1,2	1,61	1,2	1,61
1	Motor de harina	220	3,3	4,42	3,3	4,42
1	Motor de Aspiración	220	4,5	6,03	4,5	6,03

2	Molino de procesamiento BUHLER	220	0,55	0,74	1,1	1,47
1	Motor de Harina	220	47,5	63,67	47,5	63,67
1	Motor Parte alta	220	7,5	10,05	7,5	10,05
8	<b>TOTAL</b>				<b>71,1</b>	<b>95,29</b>

<b>PISO 4 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) EXTERIOR</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor AERZER	220	9,47	12,69	9,47	12,69
1	Motor delta FLOWERS	220	11	14,75	11	14,75
1	Motor Tolva	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor Polea SIEMENS	220	1,49	2,00	1,492	2,00
1	Motor Refrigeración	220	75	100,54	75	100,54
5	<b>TOTAL</b>				<b>97,51</b>	<b>130,71</b>

<b>PISO 5 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO EXTERIOR</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor Depurador BUHLER	220	15	20,11	15	20,11
1	Motor sr BUHLER	220	0,145	0,19	0,145	0,19
1	Motor Anclaje	220	5,5	7,37	5,5	7,37
4	Motor Eje Rotador	220	2,24	3,00	8,952	12,00
1	Motores sistema de aspiración	220	30	40,21	30	40,21
1	Motor limpia	220	11,19	15,00	11,19	15,00
1	Motor de arrastre cadena	220	3,8	5,09	3,8	5,09
1	Motor banda de despacho y bodega	220	10	13,40	10	13,40
1	Motor de aspiración	220	2,24	3,00	2,238	3,00
1	Motor limpia 1	220	1,7	2,28	1,7	2,28
1	Moto limpia 2	220	1,7	2,28	1,7	2,28
14	<b>TOTAL</b>				<b>90,23</b>	<b>120,95</b>

<b>RECEPCIÓN</b>						
<b>PISO -1 TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor cadena arrastre FIMET	220	10	13,40	10	13,40
1	Motor de Elevador Parte alta Silos	220	8,5	11,39	8,5	11,39
1	Motor Elevador parte de Silos	220	1,5	2,01	1,5	2,01
1	Motor Anclaje 2	220	3	4,02	3	4,02

1	Motor Recepciones y Despacho	220	15	20,11	15	20,11
1	Motor Molino pequeño	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor Elevador parte baja	220	8,5	11,39	8,5	11,39
1	Motor recepción y silos	220	10	13,40	10	13,40
8	TOTAL				57,05	76,47

TRANSFORMADOR T1 (800KVA) TRIGO		PT (KW)	PT (HP)
TOTAL	PISO 0-1-2-3-4-5	740,67	992,88
TOTAL	RECEPCIÓN TRIGO	57,05	76,47
TOTAL	ÁREA TRIGO	797,72	1069,35

Realizado por: Los Postulantes

### Transformador molino de maíz T2 800 KVA

Anexo 7: Potencia de las cargas teóricas conectadas al transformador T2 800KVA

PISO 0 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Dosificador	220	1,5	2,01	1,5	2,01
1	Motor bandas (FIMET)	220	0,8	1,07	0,8	1,07
1	Motor bandas (ALFRED IMHOP)	220	1,1	1,47	1,1	1,47
1	Motor bandas	220	4	5,36	4	5,36
10	Motores Elevadores	220	0,3	0,40	3	4,02
1	Motor poleas (ABEA)	220	55	73,73	55	73,73
1	Motor Tolva	220	0,55	0,74	0,55	0,74
2	Motor Rosca Harina	220	1,49	2,00	2,984	4,00
1	Motor Tolva (ABERHARD BAUER)	220	0,75	1,01	0,75	1,01
1	Motor bandas	220	1,5	2,01	1,5	2,01
1	Motor BUNDES	220	1,1	1,47	1,1	1,47
1	Motor ROSCA COPOS	220	1,49	2,00	1,492	2,00
1	Motor bandas (PIMET)	220	0,85	1,14	0,85	1,14
1	Motor Tolva	220	24,16	32,39	24,16	32,39
1	Motor ROBUSH	220	24	32,17	24	32,17
25	TOTAL				122,79	164,59

<b>PISO 1 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
2	Motor Buhler	220	0,12	0,16	0,24	0,32
2	Motor Vidrio Tamiz (BBC BROWN BOVERY)	220	4	5,36	8	10,72
1	Motor bandas	220	0,4	0,54	0,4	0,54
1	Motor mesas de simétricas	220	0,3	0,40	0,3	0,40
1	Motor mesas de simétricas	220	0,3	0,40	0,3	0,40
1	Motor mesas de simétricas	220	0,3	0,40	0,3	0,40
1	Motor Pulsbed	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor Buhler	220	5,9	7,91	5,9	7,91
10	<b>TOTAL</b>				15,99	21,43

<b>PISO 2 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Tolva Moro chillo (ASEA)	220	15	20,11	15	20,11
1	Motor Tolva	220	1,27	1,70	1,27	1,70
1	Motor Tolva	220	5	6,70	5	6,70
1	Motor Tolva	220	1,27	1,70	1,27	1,70
1	Motor Turbo Maíz (NORMELEC)	220	3	4,02	3	4,02
1	Motor Polea	220	12,68	17,00	12,682	17,00
1	Motor Tolva (RODRIVE)	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor (TARABAS) MAGNETIC	220	0,12	0,16	0,12	0,16
1	Motor Tolva (RODRIVE)	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor (TARABAS) MAGNETIC	220	0,12	0,16	0,12	0,16
3	Motor Molino (TARABAS) ABERHARD	220	0,055	0,07	0,165	0,22
1	Motor Polea	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor (TARABAS) MAGNETIC	220	0,12	0,16	0,12	0,16
1	Motor Maquina (BROWN BOVERY)	220	4	5,36	4	5,36
1	Motor Moro chillo BUHLER (AEA MOTORS)	220	52	69,71	52	69,71
1	Motor Moro chillo BUHLER	220	0,37	0,50	0,37	0,50
1	Motor Moro chillo BUHLER	220	0,37	0,50	0,37	0,50
19	<b>TOTAL</b>				98,79	132,42

<b>PISO 3 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor Bomba de Agua	220	0,37	0,50	0,37	0,50
1	Motor BUHLER (SIEMENS)	220	3,45	4,62	3,45	4,62
1	Motor Trituradora Moro chillo	220	0,75	1,00	0,75	1,00

1	Motor Bandas (CEM ELECTRO)	220	2,2	2,95	2,20	2,95
1	Motor Bandas	220	5	6,70	5,00	6,70
1	Motor Bandas	220	4,00	5,36	4,00	5,36
1	Motor Tolva	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor Des germinadora (SIEMENS)	220	54,00	72,39	54,00	72,39
1	Motor Ventilador Radial	220	17,3	23,19	17,30	23,19
1	Motor Tolva	220	4	5,36	4,00	5,36
1	Motor Tolva	220	2,2	2,95	2,20	2,95
1	Motor Miag Braunsch Weig (BBC)	220	22	29,49	22,00	29,49
1	Motor Miag Braunsch Weig	220	15	20,11	15,00	20,11
3	Motor Planster BUHLER	220	5	6,70	15,00	20,11
1	Motor Siemens BANCO COPOS (SIEMENS)	220	8,95	12,00	8,95	12,00
1	Motor Siemens BANCO COPOS	220	15,67	21,00	15,67	21,00
1	Motor Ciclo de Moro chillo	220	1,5	2,01	1,50	2,01
1	Motor Ciclo de Moro chillo	220	15	20,11	15,00	20,11
1	Motor Tolva	220	0,75	1,01	0,75	1,01
1	Motor Molino	220	15	20,11	15,00	20,11
1	Motor Molino	220	8,95	12	8,95	12,00
23	TOTAL				211,64	283,70

<b>PISO 4 TRANSFORMADOR T2 (800KVA) MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor BUHLER	220	3	4,02	3,00	4,02
1	Motor Tolva	220	11	14,75	11,00	14,75
1	Motor BUHLER	220	7,46	10,00	7,46	10,00
1	Motor Polea (ASEA)	220	25	18,65	25,00	18,65
2	Motor Polea (ELECTRICAL MOTORS S.A)	220	0,56	0,75	1,12	1,50
1	Motor Polea	220	4	5,36	4,00	5,36
7	SUMA				51,58	54,28

<b>RECEPCIÓN</b>						
<b>SÓTANO RECEPCIÓN MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor cadena de arrastre 14	220	2,2	2,95	2,20	2,95
1	Motor cadena de arrastre	220	1,7	2,28	1,70	2,28

2	SUMA				3,90	5,23
---	------	--	--	--	------	------

<b>PISO 0 RECEPCIÓN MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor de anclaje SYNCROGER MOTOR	220	2,24	3,00	2,238	3,00
1	Motor de recepción de trigo	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor serie A Molino	220	0,55	0,74	0,55	0,74
1	Motor de cadena de arrastre	220	3,7	4,96	3,7	4,96
1	Motor secador de maíz HUDDERSFIELD	220	2,24	3,00	2,238	3,00
1	Motor de recepción de MAÍZ	220	3,73	5,00	3,73	5,00
2	Motor secador de maíz HUDDERSFIELD	220	5,60	7,50	11,19	15,00
2	Motor secador de maíz HUDDERSFIELD	220	5,60	7,50	11,19	15,00
1	Elevador 1	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Elevador 2	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor cadena arrastre	220	0,75	1,00	0,746	1,00
1	Motor recepción de maíz	220	2,05	2,75	2,05	2,75
1	Motor del sistema de aspiración SIEMENS	220	7,5	10,05	7,5	10,05
1	Motor Tolva	220	75	100,54	75	100,54
1	Motor de aspiración	220	0,75	1,01	0,75	1,01
1	Motor tolva	220	2,05	2,75	2,05	2,75
1	Motor Silo	220	15,00	20,11	15	20,11
1	Motor recepción silo	220	8,50	11,39	8,5	11,39
20	TOTAL				153,03	205,14

<b>PISO 1 RECEPCIÓN MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor expulsión RIETSCHIE	220	6,5	8,71	6,50	8,71
1	Motor Filtro de aspiración	220	7,5	10,05	7,50	10,05
2	SUMA				14,00	18,77

<b>PISO 2 RECEPCIÓN MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (CV)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor bandas Zaranda de Impurezas AEG	220	4,416	6,00	4,42	5,92
1	SUMA				4,42	5,92

<b>PISO 3 RECEPCIÓN MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
2	Motor cadena de arrastre	220	2,2	2,95	4,40	5,90
2	SUMA				4,40	5,90

<b>PISO 4 RECEPCIÓN MAÍZ</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(KW)	PT(Hp)
1	Motor bandas	220	7,5	10,05	7,50	10,05
1	Motor arrastre de cadena	220	10	13,40	10,00	13,40
1	Motor arrastre de cadena 1B VOLTEO	220	3	4,02	3,00	4,02
1	Motor arrastre de cadena 2B RECEPCIÓN	220	3	4,02	3,00	4,02
1	Motor de polea	220	1,49	2,00	1,49	2,00
5	SUMA				24,99	33,50

TRANSFORMADOR T1 (800KVA) MAÍZ		PT (KW)	PT (HP)
TOTAL	PISO 0-1-2-3-4	500,78	656,43
TOTAL	RECEPCIÓN MAÍZ	204,74	274,46
TOTAL	ÁREA MAÍZ	705,52	930,89

Realizado por: Los Postulantes

#### Anexo 8: Cargas especiales

<b>CARGAS ESPECIALES</b>						
Numero	Características	Vn (V)	Pn (KW)	Pn (HP)	PT(Kw)	PT(Hp)
1	Caldeo (MASCHINEN FABRIC)	220	1,3	1,74	1,3	1,74
1	Caldeo (MASCHINEN FABRIC)	220	2,24	3,00	2,238	3,00
1	Caldero Power Master	220	2,24	3,00	2,238	3,00
4	Caldero Power Master	220	2,24	3,00	8,952	12,00
1	Caldero Power Master azul	220	2,98	4,00	2,984	4,00
1	Caldero Power Master azul	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Caldero Power Master azul	220	2,2	2,95	2,2	2,95
1	Motor Compresor	220	30	40,21	30	40,21
1	Motor Compresor (ATLAS COPO)	220	36,8	50,00	36,8	49,33
1	Motor Compresor	220	0,75	1,00	0,746	1,00
1	Puerta Deslizante Garita 1	220	1,7	2,28	1,7	2,28

1	Generador Caterpillar	220	1135	1521,45	1135	1521,45
15	TOTAL				1226,36	1643,91

Realizado por: Los Postulantes

**Anexo 9:** Días laborables de la empresa “Molinos Poulthier S.A”

2016	FECHA	DÍAS LABORABLES	DÍAS FESTIVOS
ENERO	01/01/2016	21	1 AÑO NUEVO
	31/01/2016		
FEBRERO	30/01/2016	21	2 DÍAS CARNAVAL
	29/02/2016		
MARZO	01/03/2016	23	25 V SANTO
	31/03/2016		
ABRIL	01/04/2016	21	
	30/04/2016		
MAYO	01/05/2016	22	01 DE MAYO
	31/05/2016		
JUNIO	01/06/2016	22	
	30/06/2016		
JULIO	01/07/2016	21	
	30/07/2016		
AGOSTO	01/08/2016	23	10 AGOSTO
	31/08/2016		
SEPTIEMBRE	01/09/2016	22	
	30/09/2016		
OCTUBRE	01/10/2016	21	
	31/10/2016		
NOVIEMBRE	01/11/2016	22	2,3 DIFUNTOS
	30/11/2016		
DICIEMBRE	01/12/2016	22	25 NAVIDAD

Fuente: empresa “Molinos Poulthier S.A”

**Anexo 10:** Histogramas utilizados para la tabulación de los datos obtenidos por el analizador de carga para cada uno de los transformadores de la empresa “Molinos Poulter S.A.

<b>HORA</b>	<b>4</b>
<b># datos</b>	42
<b>Valor Max</b>	37380,00
<b>Valor min</b>	5760
<b>Rango</b>	31620,00
<b># intervalos (sturger)</b>	6,356722658
<b>amplitud de clase</b>	5270,00

Intervalos de clase		Clase	Frecuencia	% acumulado	%
límite inferior	límite superior				
5760,00	11030,00	11030,00	12	28,57	28,57
11030,00	16300,00	16300,00	0	28,57	0,00
16300,00	21570,00	21570,00	0	28,57	0,00
21570,00	26840,00	26840,00	0	28,57	0,00
26840,00	32110,00	32110,00	15	64,29	35,71
32110,00	37380,00	37380,00	15	100,00	35,71
	VERDADERO	y mayor...	0	100,00	

**Realizado por:** Los Postulantes

**Anexo 11:** Tabla de calibre de conductores con su diámetro para el cálculo de las reactancias inductivas

#### CALIBRE DE CONDUCTORES Y TIPO DE AISLAMIENTO

Conductor				Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aprox.	Peso Total Aprox.	Capacidad (*)
Sección Aprox.	Calibre	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.				
mm <sup>2</sup>	AWG o MCM	Mm	Kg/Km	Mm	Mm	Kg/Km	Amp.
3,3	12-19h	2,05	8,94	0,76	3,57	18,88	15
5,3	10-19h	2,59	14,22	0,76	4,11	26,05	25
8,4	8-19h	3,26	22,62	1,14	5,54	45,9	30

13,3	6-7h	4,65	36,64	1,52	7,69	82,32	40
21,1	4-7h	5,88	57,89	1,52	8,92	114,5	55
33,6	2-7h	7,41	92,02	1,52	10,45	163	75
53,5	1/0-7h	9,36	146,5	2,03	13,42	266,2	100
67,4	2/0-7h	10,5	184,6	2,03	14,56	319,1	115
85	3/0-7h	11,79	232,7	2,03	15,85	384,5	130
107,2	4/0-7h	13,26	293,5	2,03	17,32	466,1	155
53,5	1/0-19h	9,45	146,5	2,03	13,51	280,1	100
67,4	2/0-19h	10,6	184,6	2,03	14,66	312,2	115
85	3/0-19h	11,95	232,7	2,03	16,01	379,6	130
107,2	4/0-19h	13,4	293,5	2,03	17,46	454,7	155
126,6	250-37h	14,62	352,05	2,41	19,44	556,4	170
152	300-37h	16	422,4	2,41	20,82	648,2	190
177,4	350-37h	17,3	492,9	2,41	22,12	733,3	210
202,7	400-37h	18,49	560	2,41	23,31	819,8	225
253,4	500-37h	20,65	704,1	2,41	25,47	996,4	260
304	600-37h	22,63	844,1	2,79	28,21	1214	285
354,7	700-61h	24,48	985,7	2,79	30,06	1385	310
380	750-61h	25,35	1056	2,79	30,993	1470	320
405,4	800-61h	26,17	1119	2,79	31,75	1548	330
506,7	1000-61h	29,26	1408	2,79	34,84	1893	375

Fuente: Capacidad basada en N.E.C. (U.S.A) Edición 1978, para no más de 3 conductores en conducir, bandeja, cable o directamente enterrado

**Anexo 12:** Código de la NEC resistencia y reactancia para cables de 600V Trifásicos

Calibre AWG / Kcmi	XL (Reactancia) para todos los alambres		Resistencia de ca para alambres de cobre sin recubrimiento			Resistencia de ca para alambres de aluminio			Z efectiva a FP de 0.85 para alambres de cobre sin recubrimiento			Z efectiva a FP de 0.85 para alambres de aluminio			Calibre AWG/ Kcmi
	Con- duits FVC, Al	Con- duits acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits Acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits acero	
14	0,058	0,073	3,1	3,1	3,1				2,7	2,7	2,7				14
12	0,054	0,068	2	2	2	3,2	3,2	3,2	1,7	1,7	1,7	2,8	2,8	2,8	12
10	0,050	0,063	1,2	1,2	1,2	2,0	2,0	2,0	1,1	1,1	1,1	1,8	1,8	1,8	10
8	0,052	0,065	0,78	0,78	0,78	1,3	1,3	1,3	0,69	0,69	0,70	1,1	1,1	1,1	8
6	0,051	0,064	0,49	0,49	0,49	0,81	0,81	0,81	0,44	0,45	0,45	0,71	0,72	0,72	6
4	0,048	0,6	0,31	0,31	0,31	0,51	0,51	0,51	0,29	0,29	0,3	0,46	0,46	0,46	4
3	0,047	0,059	0,25	0,25	0,25	0,4	0,41	0,4	0,23	0,24	0,24	0,37	0,37	0,37	3
2	0,045	0,057	0,19	0,20	0,20	0,32	0,32	0,32	0,19	0,19	0,2	0,3	0,3	0,3	2
1	0,046	0,057	0,15	0,16	0,16	0,25	0,26	0,25	0,16	0,16	0,16	0,24	0,24	0,25	1
1/0	0,044	0,055	0,12	0,13	0,12	0,20	0,21	0,20	0,13	0,13	0,13	0,19	0,2	0,20	1/0

2/0	0,043	0,054	0,10	0,10	0,10	0,16	0,16	0,16	0,11	0,11	0,11	0,16	0,16	0,16	2/0
3/0	0,042	0,052	0,077	0,082	0,079	0,13	0,13	0,13	0,088	0,092	0,094	0,13	0,13	0,14	3/0
4/0	0,041	0,051	0,062	0,067	0,063	0,10	0,11	0,10	0,074	0,078	0,080	0,11	0,11	0,11	4/0
250	0,041	0,052	0,052	0,057	0,054	0,085	0,09	0,086	0,066	0,07	0,073	0,094	0,068	0,1	250
350	0,041	0,051	0,044	0,049	0,045	0,071	0,076	0,072	0,05	0,063	0,065	0,082	0,086	0,088	350
400	0,040	0,05	0,038	0,043	0,039	0,061	0,066	0,063	0,053	0,058	0,06	0,073	0,077	0,08	400
500	0,040	0,049	0,033	0,038	0,035	0,054	0,059	0,055	0,049	0,053	0,056	0,066	0,071	0,073	500
600	0,039	0,048	0,027	0,032	0,029	0,043	0,048	0,045	0,043	0,048	0,05	0,057	0,061	0,064	600
800	0,039	0,048	0,023	0,028	0,025	0,036	0,041	0,038	0,04	0,044	0,047	0,051	0,055	0,058	800
750	0,038	0,048	0,019	0,024	0,021	0,029	0,034	0,031	0,036	0,04	0,043	0,045	0,049	0,052	750
1000	0,037	0,048	0,015	0,019	0,018	0,023	0,027	0,025	0,032	0,036	0,04	0,039	0,042	0,046	1000

Fuente: Capacidad basada en N.E.C.

**Anexo 13:** Tabla de Rendimiento de motores con una potencia nomina 75% de IV polos

RENDIMIENTO DE MOTORES DE IV POLOS						
Potencia		RPM	Potencia Nominal			nominal
KW	HP		Rendimiento			
			50	75	100	
0,12	0,16	1715	50	57	61	0,807
0,18	0,25	1705	57	64	67	1,04
0,25	0,33	1705	62	68	70	1,36
0,55	0,75	1680	71	74,5	75	2,67
0,75	1	1725	79	82	82,6	2,98
1,1	1,5	1750	81	83,5	84	4,4
1,5	2	1750	81	83,5	84,2	6
2,2	3	1750	86	86,5	87,5	8,12
3	4	1720	86,4	87,2	87,5	11,1
3,7	5	1735	85	87	88	13,8
4,5	6	1740	88	88,5	88,5	16,5
5,5	7,5	1740	88,4	89,1	90	20,4
7,5	10	1760	90	90,8	91	25,8
9,2	12,5	1760	90	90,8	91	31,6
11	15	1760	90,5	91,2	91,7	37
15	20	1775	91	92,4	92,4	52,6
18,5	25	1765	92	92,8	92,8	64,6
22	30	1765	92,5	92,8	93	74
30	40	1770	92,7	93,2	93,4	99,2
37	50	1770	93	93,2	93,6	122
45	60	1775	93,5	93,7	94,1	146
55	75	1775	93,9	94,2	94,4	176

75	100	1780	94	94,5	94,6	244
90	125	1785	94	94,8	94,9	292
110	150	1785	94,3	94,8	95,2	352
132	180	1790	94	95	95,3	428
150	200	1790	94,5	95,5	95,5	480
185	250	1790	95	95,5	95,7	584
200	270	1790	94,8	95,6	95,8	638
220	300	1790	95,2	95,8	95,9	700
260	350	1790	95,4	96	96	816
300	400	1790	95,7	96,1	96,1	942
330	450	1790	96	96,1	96,1	1050
370	500	1790	96	96,1	96,1	1190
400	550	1790	96,1	96,4	96,4	1270
440	600	1790	96,2	96,4	96,5	1430
480	650	1790	96	96,5	96,6	1530
515	700	1790	96,2	96,5	96,6	1650
550	750	1790	96,3	96,6	96,7	1760
2,2	3	1740	85	87	87,5	8,46
45	60	1770	93	93,6	93,6	152
75	100	1780	94	94,5	94,6	244
132	180	1785	94,5	95	95,3	422
150	200	1785	94,8	95,4	95,5	480
200	270	1790	94,8	95,4	95,7	646

**Fuente:** W22 Motor Eléctrico Trifásico (Catalogo Técnico Mercado Latinoamericano)

**Anexo 14:** Potencia teórica de iluminación conectadas al transformador T4 de 50KVA y cálculo de consumo de energía.

<b>GARITA 1</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>2</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>128</b>	<b>0,128</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>46,08</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,128</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>46,08</b>	

<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>13</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>832</b>	<b>0,832</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>299,52</b>	
<b>1</b>	<b>Circular sylvania 32 w</b>	<b>32</b>	<b>0,032</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>11,52</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,864</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>311,04</b>	

<b>BAÑOS GENERALES</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>4</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>256</b>	<b>0,256</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>92,16</b>	

<b>4</b>	<b>Focos ahorradores 60 w</b>	<b>240</b>	<b>0,24</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>86,4</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,496</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>178,56</b>	

<b>BASCULA</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>2</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>128</b>	<b>0,128</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>46,08</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,128</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>46,08</b>	

<b>TALLER MECÁNICO</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>13</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>832</b>	<b>0,832</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>299,52</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,832</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>299,52</b>	

BAÑO INDIVIDUAL							
N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescentes sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,064</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>23,04</b>	

GARITA 2							
N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescentes sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,064</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>23,04</b>	

ADMINISTRACIÓN							
N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teorice Kwh	
23	Fluorescentes sylvania 2*32 w	1472	1,472	12	30	529,92	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>1,472</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>529,92</b>	

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescentes sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,064</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>23,04</b>	

<b>BODEGA PRODUCTO TERMINADO</b>							
N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
14	Fluorescentes sylvania 2*32 w	896	0,896	12	30	322,56	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,896</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>322,56</b>	

<b>ÁREA DE CALDEROS</b>							
N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
4	Fluorescentes sylvania 2*32 w	256	0,256	12	30	92,16	

		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,256</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>92,16</b>	
--	--	------------------------------	--------------	--	----------------------------------	--------------	--

**MUSEO**

<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>3</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>192</b>	<b>0,192</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>69,12</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,192</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>69,12</b>	

**MOLINO DE MAÍZ**

<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>75</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>4800</b>	<b>4,8</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>1728</b>	
<b>3</b>	<b>Lámparas colgantes</b>	<b>750</b>	<b>0,75</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>270</b>	
<b>1</b>	<b>Foco ahorrador 60 w</b>	<b>60</b>	<b>0,06</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>21,6</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>5,61</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>2019,6</b>	

**RECEPCIÓN DE MAÍZ**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
41	Fluorescentes sylvania 2*32 w	2624	2,624	12	30	944,64	
2	Focos 100 w	200	0,2	12	30	72	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>2,824</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>1016,64</b>	

**MOLINO DE TRIGO**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
98	Fluorescentes sylvania 2*32 w	6272	6,272	12	30	2257,92	
4	Fluorescentes sylvania 2*34 w	272	0,272	12	30	97,92	
1	Foco ahorrador 60 w	60	0,06	12	30	21,6	
1	Foco 100 w	100	0,1	12	30	36	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>6,704</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>2413,44</b>	

**SUBESTACIÓN**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
----------------	-------------------	----------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------	---------------------------	--

3	Fluorescentes sylvania 2*32 w	192	0,192	12	30	69,12	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,192</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>69,12</b>	

**GENERADOR**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
4	Fluorescentes sylvania 2*34 w	272	0,272	12	30	97,92	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,272</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>97,92</b>	

**TALLER ELÉCTRICO**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
4	Fluorescentes sylvania 2*32 w	256	0,256	12	30	92,16	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,256</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>92,16</b>	

**BODEGA DE MATERIALES**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
2	Fluorescentes sylvania 2*32 w	128	0,128	12	30	46,08	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	0,128		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	46,08	

**TALLER MECÁNICO INDUSTRIAL**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
7	Fluorescentes sylvania 2*32 w	448	0,448	12	30	161,28	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	0,448		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	161,28	

**BODEGA DE ACEITES**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescente sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	0,064		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	23,04	

**GARITA 3**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescente sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,064</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>23,04</b>	

**PANADERÍA**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescente sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	
1	Fluorescente sylvania 2*34 w	68	0,068	12	30	24,48	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,132</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>47,52</b>	

**BAÑO**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescente sylvania 2*32 w	64	0,064	12	30	23,04	

		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,064</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>23,04</b>	
--	--	------------------------------	--------------	--	----------------------------------	--------------	--

**BODEGA MATERIALES**

<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
7	Fluorescentes sylvania 2*32 w	448	0,448	12	30	161,28	
3	Fluorescentes sylvania 2*34 w	204	0,204	12	30	73,44	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,652</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>234,72</b>	

**OFICINA SILOS**

<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
1	Fluorescente sylvania 2*34 w	68	0,068	12	30	24,48	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,068</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>24,48</b>	

**CONTROL DE CALIDAD**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
10	Fluorescentes sylvania 2*32 w	640	0,64	12	30	230,4	
3	Fluorescentes sylvania 2*34 w	204	0,204	12	30	73,44	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,844</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>303,84</b>	

**EMPAQUE TAJE**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
14	Fluorescentes sylvania 2*32 w	896	0,896	12	30	322,56	
1	Fluorescente sylvania 2*34 w	68	0,068	12	30	24,48	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,964</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>347,04</b>	

**CASA GRANDE**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
12	Fluorescente circular 32 w	384	0,384	12	30	138,24	

		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,384</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>138,24</b>	
--	--	------------------------------	--------------	--	----------------------------------	---------------	--

<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>2</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*34 w</b>	<b>136</b>	<b>0,136</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>48,96</b>	
<b>1</b>	<b>Fluorescente circular 32 w</b>	<b>32</b>	<b>0,032</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>11,52</b>	
<b>1</b>	<b>Foco 100 w</b>	<b>100</b>	<b>0,1</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,268</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>96,48</b>	

<b>SISTEMAS</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>2</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>128</b>	<b>0,128</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>46,08</b>	
<b>1</b>	<b>Fluorescente sylvania 2*34 w</b>	<b>68</b>	<b>0,068</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>24,48</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,196</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>70,56</b>	

**SALA DE REUNIONES**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
2	Fluorescentes sylvania 2*34 w	136	0,136	12	30	48,96	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,136</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>48,96</b>	

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
1	Fluorescente circular 32 w	32	0,032	12	30	11,52	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,032</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>11,52</b>	

**CARPINTERÍA**

N° de lámparas	Tipo de luminaria	Consumo teórico en W	Consumo teórico en KW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Energía total teórico Kwh	
2	Fluorescentes sylvania 2*32 w	128	0,128	12	30	46,08	
3	Fluorescentes sylvania 2*34 w	204	0,204	12	30	73,44	
1	Foco 100 w	100	0,1	12	30	36	

		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,432</b>		<b>TOTAL ENERGÍAMENSUAL</b>	<b>155,52</b>	
--	--	------------------------------	--------------	--	---------------------------------	---------------	--

<b>COMEDOR</b>							
<b>N° de lámparas</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Consumo teórico en W</b>	<b>Consumo teórico en KW</b>	<b>Horas de consumo diario</b>	<b>Días de consumo en un mes</b>	<b>Energía total teórico Kwh</b>	
<b>4</b>	<b>Fluorescentes sylvania 2*32 w</b>	<b>256</b>	<b>0,256</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>92,16</b>	
<b>1</b>	<b>Fluorescente sylvania 2*34 w</b>	<b>68</b>	<b>0,068</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>24,48</b>	
<b>3</b>	<b>Fluorescentes circular 32 w</b>	<b>96</b>	<b>0,096</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>34,56</b>	
		<b>POTENCIA TOTAL KW</b>	<b>0,42</b>		<b>TOTAL ENERGÍA MENSUAL</b>	<b>151,2</b>	
		<b>TOTAL</b>	<b>26,967</b>				

Realizado por: Los Postulantes

## Transformador de Trigo de 800KVA

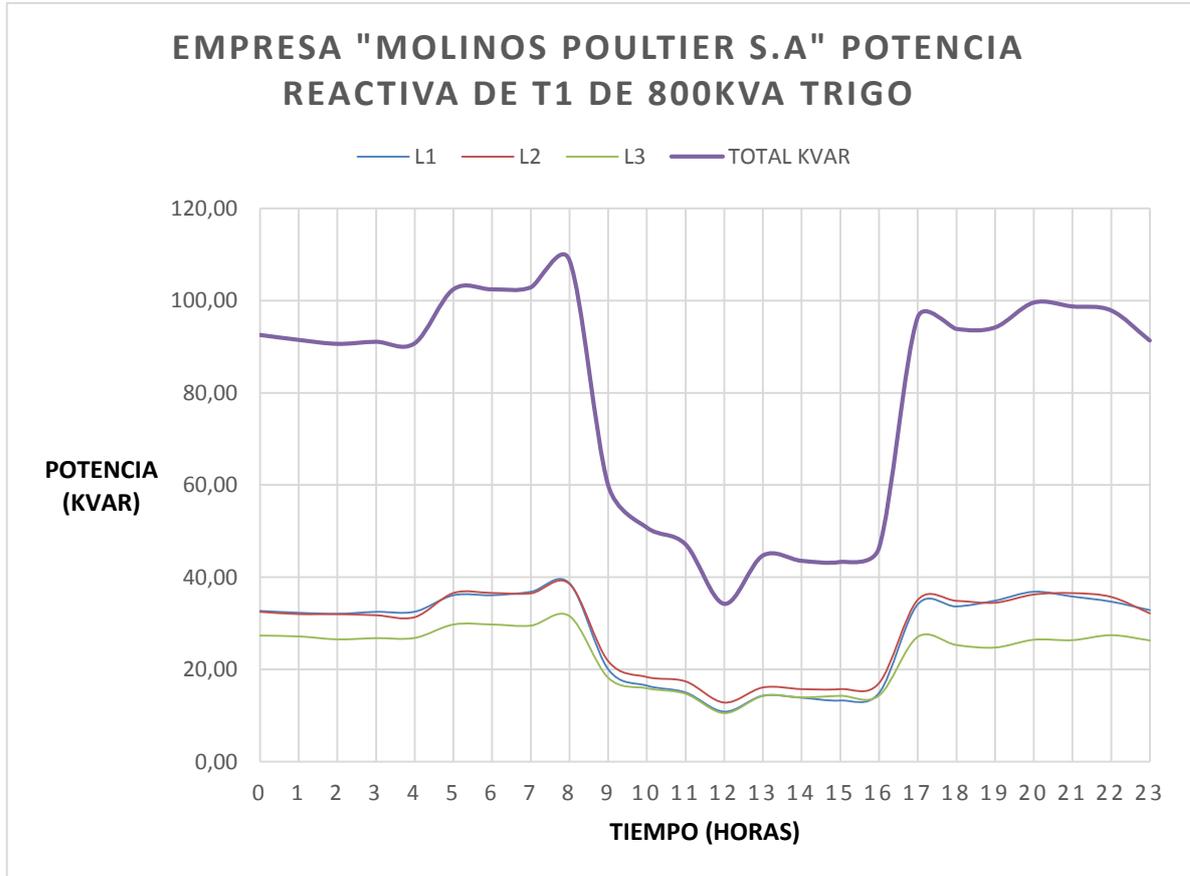
### Potencia reactiva de un día típico

**Anexo 15:** Potencias reactivas del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poulter S.A”.

<b>HORA</b>	<b>Potencia Activa L1N Med</b>	<b>Potencia Activa L2N Med</b>	<b>Potencia Activa L3N Med</b>	<b>TOTAL</b>
0	32,72	32,49	27,36	92,57
1	32,32	32,00	27,17	91,49
2	32,09	32,00	26,54	90,63
3	32,52	31,76	26,81	91,08
4	32,55	31,35	26,85	90,75
5	36,12	36,57	29,76	102,45
6	36,12	36,57	29,76	102,45
7	36,87	36,50	29,52	102,89
8	38,70	38,52	31,56	108,78
9	20,03	21,81	18,20	60,04
10	16,49	18,39	15,93	50,81
11	14,99	17,44	14,75	47,18
12	10,84	12,86	10,56	34,26
13	14,31	16,14	14,28	44,73
14	13,86	15,78	13,95	43,59
15	13,26	15,78	14,31	43,35
16	14,90	17,09	14,37	46,35
17	34,16	35,09	27,08	96,33
18	33,69	34,88	25,31	93,88
19	34,95	34,47	24,77	94,19
20	36,88	36,24	26,46	99,58
21	35,84	36,54	26,37	98,75
22	34,73	35,72	27,44	97,88
23	32,88	32,16	26,31	91,35

Realizado por: Los Postulantes

**Anexo 16:** Potencias reactivas del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.



**Realizado por:** Los Postulantes

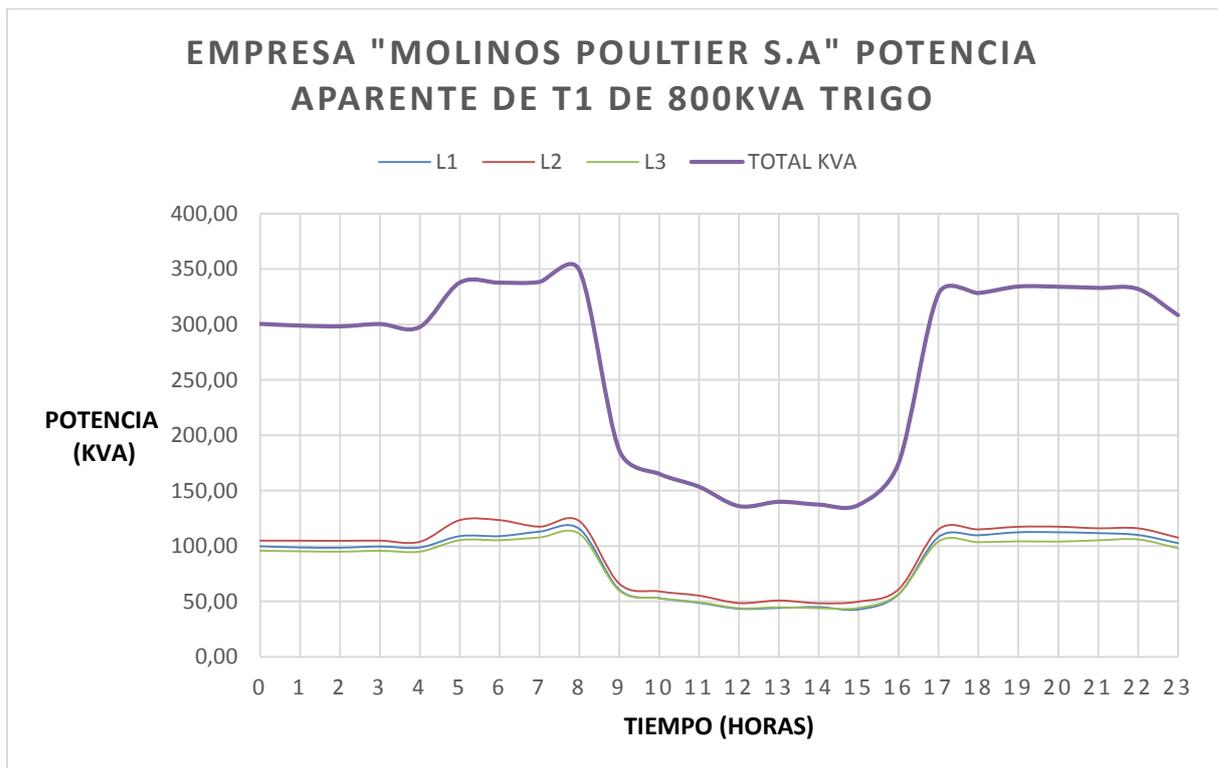
**Anexo 17:** Potencias aparentes del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.

HORA	Potencia Activa L1N Med	Potencia Activa L2N Med	Potencia Activa L3N Med	TOTAL
0	99,86	104,93	95,87	300,66
1	98,81	104,88	95,37	299,06
2	98,62	104,74	95,03	298,39
3	99,68	104,95	95,85	300,48
4	98,83	103,89	95,08	297,80
5	109,02	123,42	105,42	337,86
6	109,02	123,42	105,42	337,86
7	113,10	117,54	107,91	338,55
8	115,47	122,52	111,09	349,08

9	60,63	65,99	59,79	186,41
10	53,07	59,10	52,98	165,15
11	48,89	55,25	49,31	153,46
12	43,50	48,56	43,91	135,97
13	44,26	50,91	44,72	139,89
14	45,03	48,39	43,92	137,34
15	42,93	49,95	44,22	137,10
16	56,69	61,14	57,04	174,87
17	108,32	115,23	104,31	327,86
18	109,80	115,10	103,61	328,51
19	112,53	117,46	104,39	334,38
20	112,53	117,51	104,14	334,18
21	111,74	116,06	105,33	333,13
22	110,03	116,01	106,05	332,09
23	102,68	107,67	98,15	308,51

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 18: Potencias aparentes del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poulthier S.A”.



Realizado por: Los Postulantes

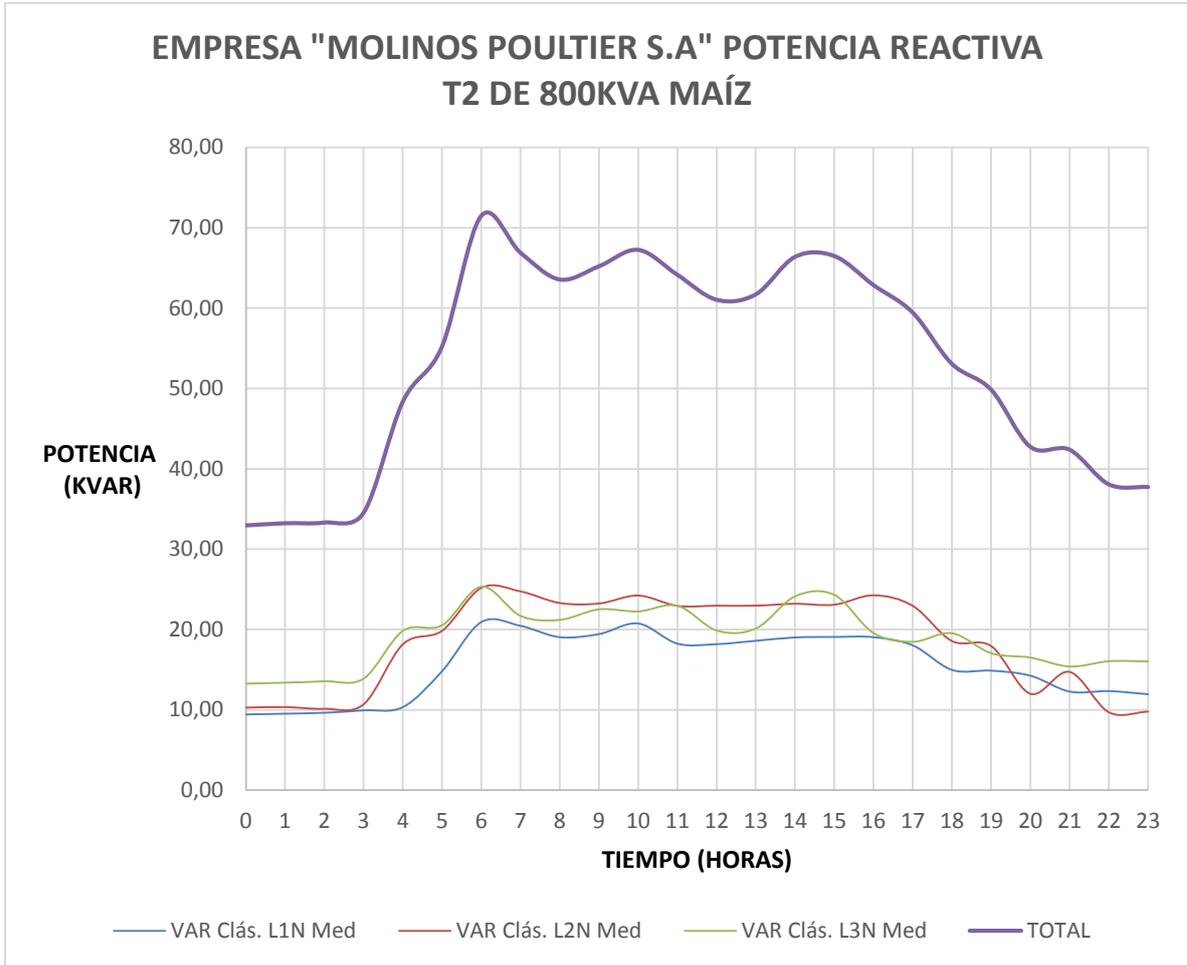
## Transformador de Maíz de 800KVA

**Anexo 19:** Potencias reactivas del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poulitier S.A”.

HORA	VAR Clás. L1N Med	VAR Clás. L2N Med	VAR Clás. L3N Med	TOTAL
0	9,42	10,29	13,26	32,97
1	9,51	10,35	13,38	33,24
2	9,63	10,14	13,56	33,33
3	9,93	10,71	13,89	34,53
4	10,34	18,18	19,83	48,35
5	14,82	19,86	20,52	55,20
6	20,94	25,20	25,32	71,46
7	20,46	24,75	21,68	66,89
8	19,05	23,31	21,19	63,55
9	19,44	23,25	22,50	65,19
10	20,76	24,24	22,24	67,24
11	18,24	22,95	22,95	64,14
12	18,18	22,98	19,87	61,03
13	18,60	22,98	20,12	61,70
14	19,02	23,22	24,12	66,36
15	19,08	23,10	24,30	66,48
16	19,05	24,27	19,55	62,87
17	18,03	22,95	18,47	59,45
18	14,97	18,57	19,53	53,07
19	14,88	17,94	17,04	49,86
20	14,25	12,00	16,50	42,75
21	12,27	14,73	15,39	42,39
22	12,33	9,71	16,05	38,09
23	11,94	9,78	16,02	37,74

**Realizado por:** Los Postulantes

**Anexo 20:** Potencias reactivas del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.



**Realizado por:** Los Postulantes

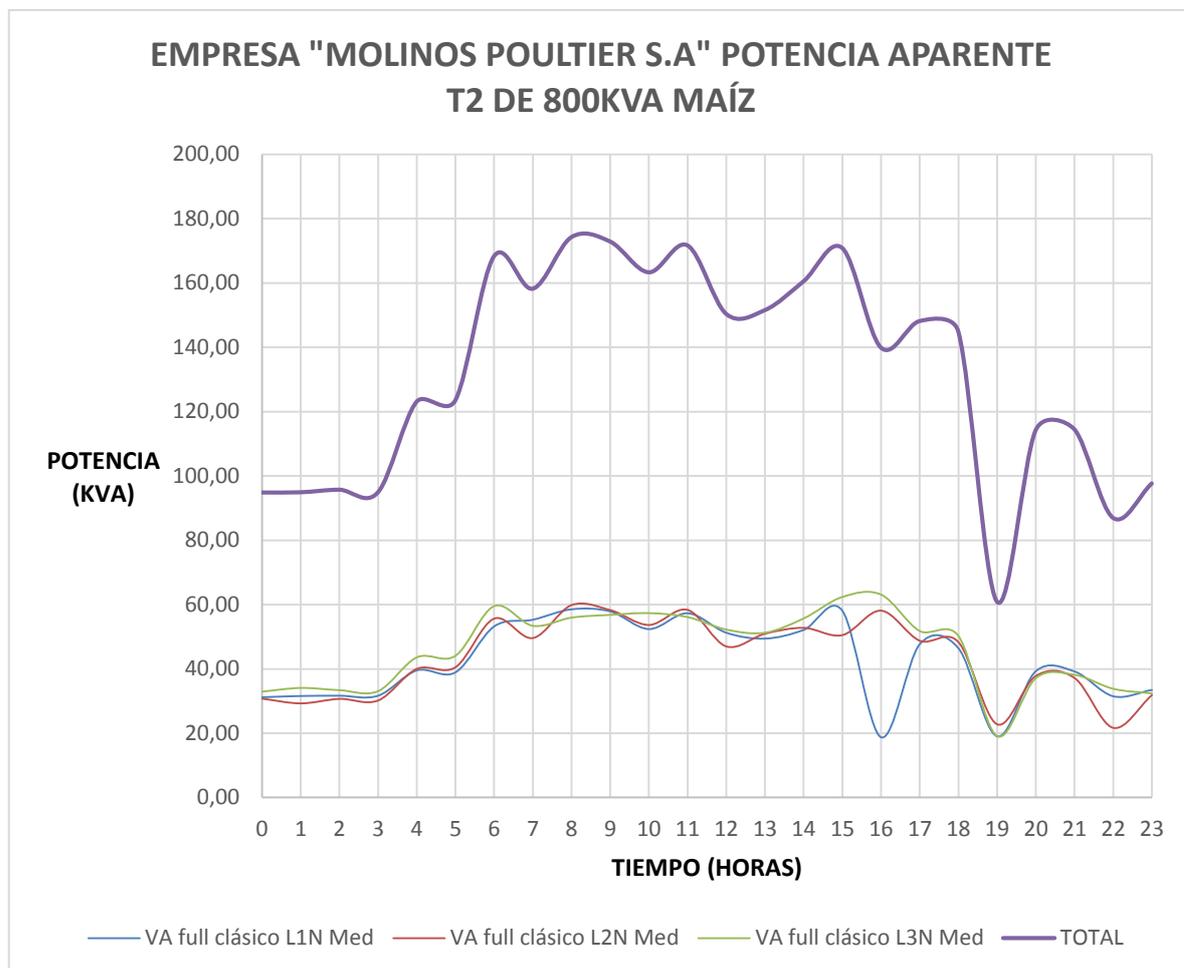
**Anexo 21:** Potencias aparentes del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.

HORA	VA full clásico L1N Med	VA full clásico L2N Med	VA full clásico L3N Med	TOTAL
0	31,20	30,72	32,94	94,86
1	31,59	29,26	34,08	94,93
2	31,68	30,66	33,39	95,73
3	31,68	30,15	33,09	94,92
4	39,54	39,99	43,59	123,12
5	38,95	40,51	44,09	123,55

6	53,22	55,62	59,52	168,36
7	55,29	49,57	53,39	158,25
8	58,53	59,82	55,94	174,29
9	57,87	58,26	56,79	172,92
10	52,39	53,64	57,33	163,35
11	57,30	58,32	56,10	171,72
12	51,24	46,96	52,21	150,41
13	49,43	50,92	51,24	151,59
14	52,12	52,74	55,70	160,55
15	58,05	50,48	62,37	170,90
16	18,77	58,08	63,09	139,94
17	47,70	48,73	51,76	148,18
18	46,41	48,30	50,22	144,93
19	19,05	22,75	19,10	60,89
20	39,32	37,80	37,13	114,25
21	39,21	37,15	38,15	114,51
22	31,50	21,65	33,82	86,97
23	33,47	31,82	32,38	97,67

**Realizado por:** Los Postulantes

**Anexo 22:** Potencias aparentes del transformador de 800KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poulter S.A”.



**Realizado por:** Los Postulantes

**Transformador de Iluminación de 50KVA**

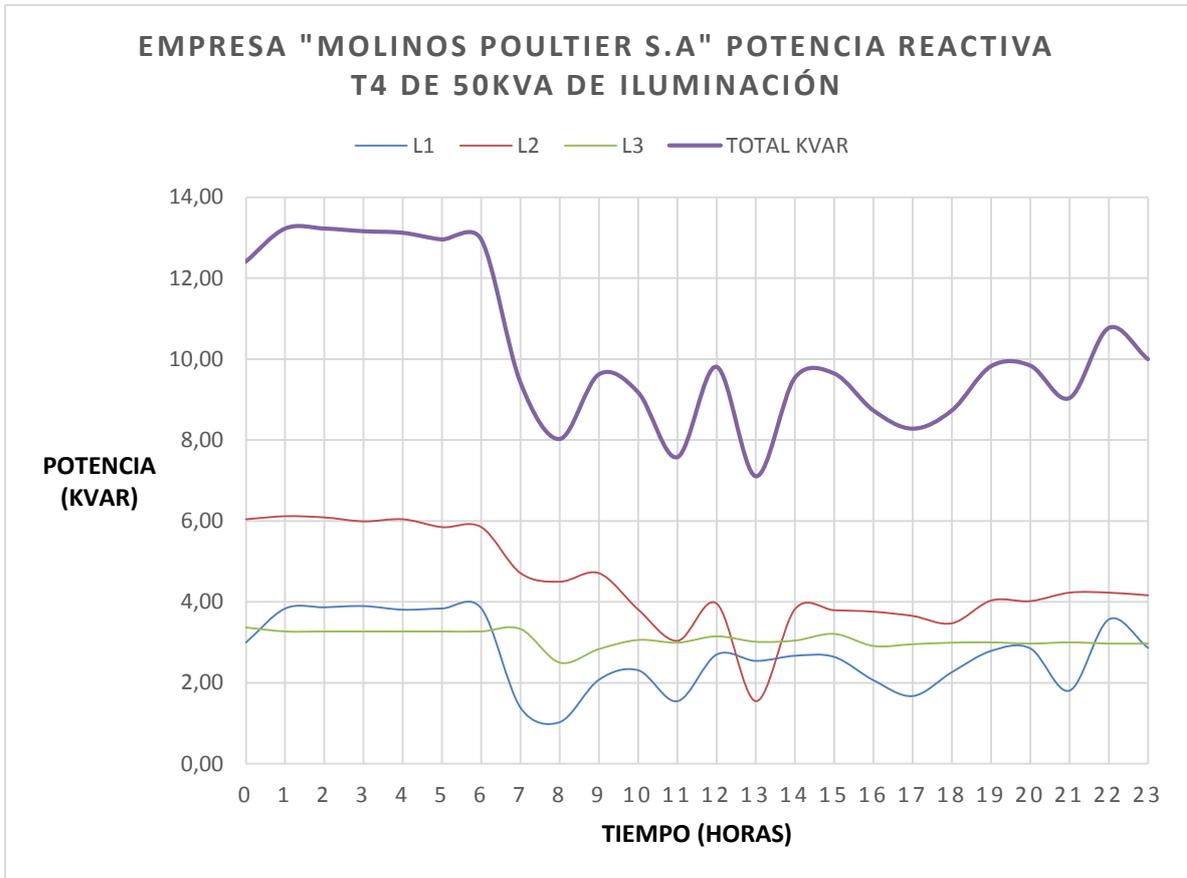
**Anexo 23:** Potencias reactivas del transformador de 50 KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poulter S.A”.

HORA	VA full clásico L1N Med	VA full clásico L2N Med	VA full clásico L3N Med	TOTAL
0	3,00	6,05	3,37	12,41
1	3,84	6,12	3,27	13,23
2	3,87	6,09	3,27	13,23
3	3,90	5,99	3,27	13,16

4	3,81	6,05	3,27	13,13
5	3,84	5,85	3,27	12,96
6	3,84	5,85	3,27	12,96
7	1,38	4,71	3,33	9,42
8	1,03	4,50	2,50	8,03
9	2,08	4,71	2,84	9,62
10	2,31	3,81	3,06	9,18
11	1,55	3,04	2,99	7,58
12	2,70	3,96	3,15	9,81
13	2,54	1,55	3,02	7,10
14	2,67	3,83	3,05	9,54
15	2,64	3,80	3,21	9,65
16	2,06	3,76	2,91	8,73
17	1,67	3,65	2,96	8,28
18	2,27	3,47	2,99	8,73
19	2,79	4,04	3,00	9,83
20	2,85	4,02	2,97	9,84
21	1,81	4,23	3,00	9,04
22	3,57	4,23	2,97	10,77
23	2,87	4,16	2,97	10,00

Realizado por: Los Postulantes

**Anexo 24:** Potencias reactivas del transformador de 50 KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.



**Realizado por:** Los Postulantes

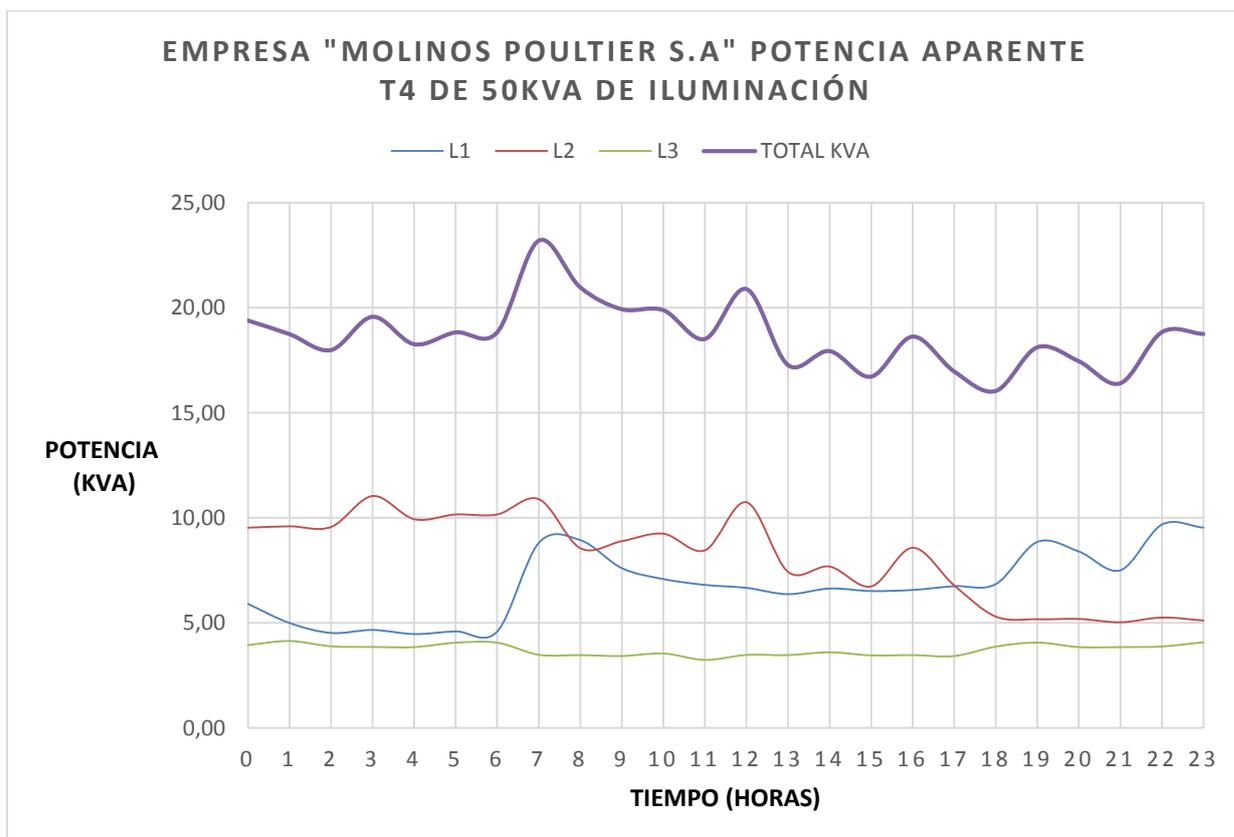
**Anexo 25:** Potencias aparentes del transformador de 50 KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.

HORA	VA full clásico L1N Med	VA full clásico L2N Med	VA full clásico L3N Med	TOTAL
0	5,91	9,53	3,95	19,39
1	5,00	9,60	4,14	18,74
2	4,53	9,57	3,89	17,99
3	4,67	11,04	3,86	19,57
4	4,48	9,94	3,85	18,26
5	4,61	10,16	4,06	18,83
6	4,61	10,16	4,06	18,83
7	8,82	10,89	3,48	23,19
8	8,95	8,56	3,47	20,97

9	7,61	8,90	3,42	19,93
10	7,10	9,25	3,54	19,88
11	6,82	8,46	3,23	18,51
12	6,68	10,74	3,47	20,89
13	6,38	7,43	3,47	17,27
14	6,65	7,69	3,60	17,93
15	6,53	6,74	3,45	16,72
16	6,58	8,58	3,47	18,62
17	6,76	6,79	3,42	16,97
18	6,86	5,31	3,87	16,04
19	8,87	5,18	4,07	18,11
20	8,41	5,20	3,85	17,45
21	7,52	5,04	3,85	16,40
22	9,69	5,27	3,88	18,83
23	9,55	5,12	4,08	18,75

Realizado por: Los Postulantes

**Anexo 26:** Potencias aparentes del transformador de 50 KVA de la sub estación de la empresa “Molinos Poultier S.A”.



Realizado por: Los Postulantes