



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N.º 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ A NIVEL DE 13,8 kV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A PARA CUANTIFICAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA, EN EL AÑO 2017”**

Proyecto de Titulación Presentado Previa a la Obtención del Título de  
Ingeniero en Sistemas Eléctricos de Potencia.

**Autores:**

Haro Haro Juan Daniel

Tandalla Tandalla Diego Adrián

**Tutor:**

Ing. Msc. Xavier Alfonso Proaño  
Maldonado

Latacunga - Ecuador

2018



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **Diego Adrian Tandalla Tandalla** y **Juan Daniel Haro Haro** con el título de Proyecto de titulación: **“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N.º 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ A NIVEL DE 13.8 KV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A PARA CUANTIFICAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA, EN EL AÑO 2017”** 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.

Para constancia firman:

Lector 1  
PhD. Iliana González  
C.I: 175707065-9

Lector 2  
Ing. Mg: Franklin Vásquez  
C.I: 171043449-7

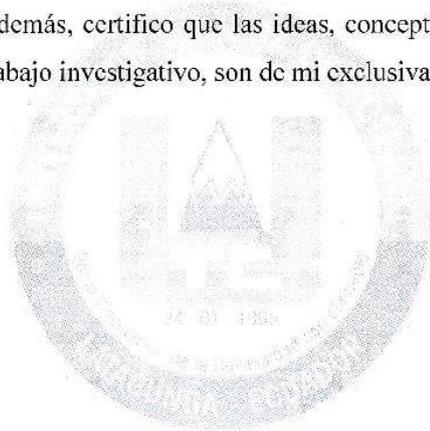
Lector 3  
Ing. Mg: Antonio Flores  
C.I: 171579326-9



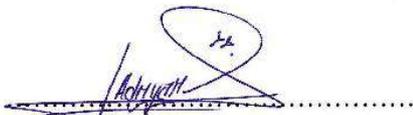
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **Diego Adrian Tandalla Tandalla** y **Juan Daniel Haro Haro**, se declara ser autores del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N.º 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ A NIVEL DE 13.8 KV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A PARA CUANTIFICAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA, EN EL AÑO 2017”**, siendo el Ing. Msc. Xavier Proaño tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

  
.....  
Diego Adrián Tandalla Tandalla

Número de C.I. 050415668-8

  
.....  
Juan Daniel Haro Haro

Número de C.I. 172266643-3



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Eléctrica

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N.º 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ A NIVEL DE 13.8 KV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A PARA CUANTIFICAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA, EN EL AÑO 2017”**, de los señores Diego Adrian Tandalla Tandalla y Juan Daniel Haro Haro, 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, 23 de enero de 2018

El Tutor:

Ing. Msc. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



energía para el buen vivir

## CERTIFICADO

En calidad de Directora de Relaciones Industriales, Encargada, de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. **Certifico que:** los señores: Tandalla Tandalla Diego Adrián C.I. 050415668-8 y Haro Haro Juan Daniel C.I. 172266643-3 , estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, fueron autorizados para que desarrollen su Proyecto de Titulación bajo la supervisión del Ing. Ricardo Paucar Director Técnico con el Tema: "ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N° 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILI A NIVEL DE 13.8 KV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A. PARA CUANTIFICAR LAS PERDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA EN EL AÑO 2017", estudio que una vez concluido deberá ser entregado a ELEPCO S.A. a las Unidades de Operación, Subestación y Calidad de Energía, para su posterior aplicación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Latacunga 18 de Septiembre del 2017

Atentamente,

Ing. Mauro Parra Bonilla  
**JEFE DE PERSONAL, ENCARGADO**



---

Marqués de Maenza 5-14 y Quijano y Ordóñez  
Teléfonos N°: (032) 812630 812640 812650 812660 812700  
Fax: (032) 813623 Casilla: 239  
www.elepcosa.com info@elepcosa.com  
www.facebook.com/elepcosa www.twitter.com/elepcosa  
Latacunga - Ecuador

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por su bondad y la fortaleza necesaria para no rendirnos jamás y poder hacer realidad este sueño y anhelo de nuestras vidas.

A nuestros adre, por darnos su apoyo constante y haber guiarnos de la mejor manera siendo el pilar fundamental para la culminación de nuestros objetivos.

A nuestro director del Proyecto de Investigación, Ing. Msc. Xavier Proaño, quien supo guiarnos con sus conocimientos para la realización de este proyecto.

A la Empresa ELEPCO S.A por abrimos las puertas para desarrollar el proyecto en especial al Departamento Técnico y de Planificación por brindarnos las facilidades para poder cumplir nuestros objetivos académicos

A la Universidad técnica de Cotopaxi y a sus docentes por habernos proporcionados sus conocimientos, medios y herramientas necesarias para un aprendizaje integral como profesionales y seres humanos, para servir a la patria y a la sociedad.

**Diego y Juan**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos Padres Hernán y María que ha sido el pilar fundamental dándome el ánimo constante para que no desmaye y siempre ha confiado en mí.

Como el tiempo que no pude disfrutar contigo y amorosamente me comprendiste, por lo que dedico este sueño a mí querida esposa Diana por su comprensión y amor para poder continuar con mi meta.

A mis hermanos Walter y Danilo, que han estado a mi lado durante toda mi vida en las buenas y en las malas.

**Diego**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de investigación a Dios y a mis Padres. A Dios porque están conmigo en cada momento, cuidándome y dándome la fortaleza necesaria para seguir en adelante, a mis Padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

**Juan**

## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	i
<b>DECLARACION DE AUTORÍA</b> .....	ii
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	iii
<b>AVAL DE IMPLEMENTACIÓN</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	1
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	2
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	2
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>6. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	3
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	3
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b> .....	4
<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA</b> .....	5
<b>Antecedentes de la Investigación</b> .....	5
<b>Bases Teóricas</b> .....	5
• <b>Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica.</b> .....	5
• <b>Red de Distribución de Energía Eléctrica.</b> .....	6
• <b>Alimentador Eléctrico</b> .....	10
• <b>Transformadores de distribución</b> .....	11
<b>Pérdidas en Sistemas de Distribución.</b> .....	12
• <b>Pérdidas Técnicas</b> .....	12

• Pérdidas no Técnicas. ....	13
• Pérdidas en Acometidas. ....	14
• Pérdidas en Transformadores de distribución. ....	14
<b>Definición de Términos Básicos</b> .....	16
• Demanda .....	16
• Densidad de Carga .....	17
• Demanda Máxima .....	17
• Factor de Demanda.....	17
• Curva de carga .....	17
• Carga Promedio .....	18
• Factor de Carga.....	18
• Factor de Diversidad.....	18
• Factor de coincidencia .....	18
• Factor de Simultaneidad .....	18
• Factor de Utilización.....	18
• Factor de pérdidas .....	19
• Porcentaje de pérdidas .....	19
• Horas Equivalentes de Pérdidas LEH.....	19
• Niveles de Voltaje .....	20
• Cargas de diseño para redes de distribución.....	21
<b>Hipótesis</b> .....	21
<b>Sistemas de Variables.</b> .....	22
<b>9. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	23
<b>Nivel de Investigación</b> .....	23
• Investigación Descriptiva .....	23
• Investigación Explicativa.....	23

• Investigación Proyectiva.....	23
Levantamiento de Información.....	24
Tipo de Investigación .....	24
• Investigación Documental .....	24
• Investigación Bibliográfica.....	24
• Investigación de Campo .....	25
Técnica e Instrumento .....	25
• Descripción del software CYMSIDT.....	25
• Características de Programa CYMDIST.....	25
Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos. ....	27
<b>10. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>27</b>
<b>11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS).....</b>	<b>28</b>
Recopilación de Información .....	28
Tabulación de Resultados.....	28
Determinación de la Curva de Carga.....	29
Determinación de las Características de la Carga del Alimentador. ....	30
• Determinación de la Demanda.....	30
• Determinación del Factor de Utilización .....	31
• Determinación del Factor de Carga .....	31
• Determinación del factor de Pérdidas.....	31
• Determinación del factor de demanda .....	32
Modelación del alimentador en condiciones actuales. ....	32
• Ingreso de datos actualizados .....	32
• Flujo de Carga del Alimentador .....	34
• Perfil de voltaje .....	34

• Pérdidas Totales .....	35
• Transformadores sobrecargados .....	36
• Conductores sobrecargados .....	37
• Determinación de lo kW/h de pérdidas durante el período .....	37
Propuesta de Mejoras en el Sistema .....	38
• Acción Correctiva 1: Transformadores y Conductores Sobrecragados .....	38
• Acción Correctiva 2: Balance de Carga.....	40
• Acción Correctiva 3: Implementación de Bancos De Condensadores .....	44
Proyección de la Demanda Para el Año 2025 .....	49
• Proyección de la Demanda Mediante Cálculo.....	49
• Proyección de la Demanda Mediante CYMDIST .....	51
12. IMPACTOS .....	54
Valoración Económica y Presupuesto para Implementar la Propuesta.....	55
Costos de Material y Mano De Obra.....	55
Costos por Reducción Pérdidas Técnicas. ....	58
Análisis Costo Beneficio.....	59
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
14. BIBLIOGRAFÍA.....	62
15. ANEXOS .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1</b> Sistema de distribución típica.....	7
<b>Figura N° 2</b> Sistema de Distribución Radial. ....	8
<b>Figura N° 3</b> Sistema de distribución anillo. ....	9
<b>Figura N° 4</b> Sistema de distribución en malla. ....	10
<b>Figura N° 5</b> Transformador monofásico auto protegido. ....	12
<b>Figura N° 6</b> Pantalla de inicio del software CYMDIST.....	25
<b>Figura N° 7</b> Interfaz de CYMDIST.....	26
<b>Figura N° 8</b> Curva de Carga Representativa del Alimentador. ....	29

<b>Figura N° 9</b>	Pantalla de Cymdist de ingreso de datos. ....	33
<b>Figura N° 10</b>	Esquema eléctrico del estado actual del alimentador. ....	34
<b>Figura N° 11</b>	Perfil de voltaje en condiciones actuales. ....	34
<b>Figura N° 12</b>	Análisis de balance de carga en el alimentador condición actual. ....	40
<b>Figura N° 13</b>	Posibles soluciones en balance de carga condición actual. ....	41
<b>Figura N° 14</b>	Flujo de Carga del alimentador con balance carga condición actual. ....	42
<b>Figura N° 15</b>	Perfil de voltaje con balance de carga en condición actual. ....	42
<b>Figura N° 16</b>	Análisis de Ubicación de condensadores. ....	44
<b>Figura N° 17</b>	Implementación del banco de capacitores en la troncal. ....	45
<b>Figura N° 18</b>	Primer tramo para ubicación del Banco de capacitores. ....	46
<b>Figura N° 19</b>	Segundo tramo para ubicación del Banco de capacitores. ....	46
<b>Figura N° 20</b>	Tercer tramo para ubicación del Banco de capacitores. ....	47
<b>Figura N° 21</b>	Perfil de voltaje del alimentador con banco de capacitores. ....	47
<b>Figura N° 22</b>	Simulación y verificación de los voltajes. ....	48
<b>Figura N° 23</b>	Línea de tendencia de la demanda proyectada. ....	50
<b>Figura N° 24</b>	Línea de tendencia de la Energía proyectada. ....	51
<b>Figura N° 25</b>	Proyección de demanda aplicando factores. ....	52
<b>Figura N° 26</b>	Escenario futuro del alimentador. ....	53
<b>Figura N° 27</b>	Escenario futuro del perfil de voltaje. ....	53
<b>Figura N° 28</b>	Escenario futuro del nivel de voltaje. ....	54
<b>Figura N° 29</b>	Listados de materiales y estructuras. ....	55
<b>Figura N° 30</b>	Estructura y conexión del banco de capacitores tipo poste. ....	57

### **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla N° 1</b>	Sistema de tareas con relación a los objetivos planteados. ....	4
<b>Tabla N° 2</b>	Variable Independiente Demanda. ....	22
<b>Tabla N° 3</b>	Variable Dependiente Pérdidas. ....	22
<b>Tabla N° 4</b>	Presupuesto del Proyecto. ....	27
<b>Tabla N° 5</b>	Modelo de histograma empleado en el análisis. ....	28
<b>Tabla N° 6</b>	Datos Tabulados semestralmente. ....	29
<b>Tabla N° 7</b>	Histograma Total o Semestral del Alimentador. ....	30
<b>Tabla N° 8</b>	Resumen de los datos ingresados al Cymdist. ....	33
<b>Tabla N° 9</b>	Reporte total de pérdidas en estado actual del alimentador. ....	36
<b>Tabla N° 10</b>	Transformadores sobrecargados. ....	36

<b>Tabla N° 11</b> Conductores y cables sobrecargados.....	37
<b>Tabla N° 12</b> Pérdidas totales del alimentador. ....	38
<b>Tabla N° 13</b> Valor de pérdidas en el período condición actual. ....	38
<b>Tabla N° 14</b> Capacidad de transformadores propuestos.....	39
<b>Tabla N° 15</b> Conductor recomendado. ....	39
<b>Tabla N° 16</b> Reporte general del balance carga condición actual. ....	41
<b>Tabla N° 17</b> Reporte total de las pérdidas con balance de carga en condición actual.....	43
<b>Tabla N° 18</b> Valor de pérdidas en el período con balance de carga condición actual.....	43
<b>Tabla N° 19</b> Resultado para los tramos de implantación de banco de capacitores. ....	45
<b>Tabla N° 20</b> Reporte total de las pérdidas con implementación de banco de capacitores.....	48
<b>Tabla N° 21</b> Valor de pérdidas en el período con la implementación de banco de capacitores. .....	49
<b>Tabla N° 22</b> Tasa de crecimiento de la demanda. ....	50
<b>Tabla N° 23</b> Datos de potencia proyectada. ....	50
<b>Tabla N° 24</b> Datos de la energía proyectada. ....	51
<b>Tabla N° 25</b> Reporte de la Proyección de la demanda del Alimentador. ....	52
<b>Tabla N° 26</b> Costo de Materiales.....	56
<b>Tabla N° 27</b> Costo de mano de obra.....	57
<b>Tabla N° 28</b> Costos por reducción de pérdidas. ....	59
<b>Tabla N° 29</b> Relación costo beneficio. ....	60

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>(Ecuación 1)</b> Pérdidas Técnicas.....	13
<b>(Ecuación 2)</b> Pérdidas de potencia en el núcleo .....	14
<b>(Ecuación 3)</b> Pérdidas totales de energía en el núcleo.....	15
<b>(Ecuación 4)</b> Pérdidas Resistivas.....	15
<b>(Ecuación 5)</b> Pérdidas Resistivas de Potencia .....	16
<b>(Ecuación 6)</b> Energías de pérdidas .....	16
<b>(Ecuación 7)</b> Demanda .....	16
<b>(Ecuación 8)</b> Factor de Demanda .....	17
<b>(Ecuación 9)</b> Factor de Carga .....	18
<b>(Ecuación 10)</b> Factor de Diversidad .....	18
<b>(Ecuación 11)</b> Factor de Utilización.....	18

<b>(Ecuación 12)</b> Factor de Pérdidas %.....	19
<b>(Ecuación 13)</b> Factor de Pérdidas .....	19
<b>(Ecuación 14)</b> Porcentaje de Pérdidas .....	19
<b>(Ecuación 15)</b> Horas Equivalente de Energía .....	19
<b>(Ecuación 16)</b> Cargas de Diseño para Redes de distribución .....	21
<b>(Ecuación 17)</b> Tasa de Crecimiento de la Demanda.....	21

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N.º 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ A NIVEL DE 13.8 KV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A PARA CUANTIFICAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA, EN EL AÑO 2017”

**Autores:** Diego Adrian Tandalla Tandalla

Juan Daniel Haro Haro

### RESUMEN

En este proyecto se presenta el análisis y la evaluación económica de las pérdidas técnicas que se generan en el alimentador N.º.1 de la S/E Pujilí. Mediante la recopilación y validación de la información a través de histogramas de frecuencia, se obtuvo la curva de demanda diaria. Luego se planteó los fundamentos teóricos y metodológicos para la determinación del factor de pérdidas y factor de carga. Dentro de la metodología se basó en la corrida de flujos de potencia, mediante el programa Cymdist, el cual permitió determinar el estado actual del sistema, transformadores, conductores sobrecargados y los perfiles de voltaje, para la evaluación de las pérdidas. Se optó en implementar mejoras en el sistema, con balance de carga y banco de capacitores, siendo estos los dos escenarios utilizados en la mejora de la red. Culminando el análisis se realizó la valoración económica de las pérdidas consiguiendo una reducción del 6,78%, significando que la implementación de los escenarios propuestos en este proyecto de investigación es rentable.

**Palabras clave:** Alimentador, pérdidas, potencia, energía, calidad de servicio.

# **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

## **ACADEMIC UNIT OF APPLIED AND ENGINEERING SCIENCE**

**TOPIC:** “ANALYSIS OF THE ELECTRICITY DEMAND IN THE FEEDER NO. 1 OF THE SUBSTATION PUJILÍ, AT THE LEVEL OF 13,8 KV BELONGING TO ELEPCO S.A TO QUANTIFY THE TECHNICAL LOSSES AND TO PROPOSE IMPROVEMENTS IN THE SYSTEM, IN THE YEAR 2017”

**Authors:** Diego Adrian Tandalla Tandalla

Juan Daniel Haro Haro

### **ABSTRACT**

In this project presents the analysis and economic evaluation of technical losses that are generated in the feeder N°.1 of the S/E Pujilí. Through the collection and validation of information through frequency histograms, It is obtained the daily demand curve. Then is raised the theoretical and methodological bases for the determination of the factor of losses and load factor. Within the methodology was based on the bullfight, power flows through the Cymdist, which helped to determine the current status of the system, transformers, overloaded drivers and profiles of voltage, for the evaluation of the losses. It was decided to implement improvements in the system, with load balancing and bank of capacitors, these being two scenarios used in the improvement of the network. Culminating the analysis was carried out the economic valuation of losses resulting in a reduction of 6.78%, meaning that the implementation of the scenarios proposed in this research project is profitable.

**Keywords:** feeder, losses, power, energy, Quality of energy.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **Tandalla Tandalla Diego Adrián, Haro Haro Juan Daniel**, cuyo título versa “ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR N.º 1 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ A NIVEL DE 13,8 kV PERTENECIENTE A ELEPCO S.A PARA CUANTIFICAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS Y PROPONER MEJORAS EN EL SISTEMA, EN EL AÑO 2017”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, enero de 2018

Atentamente,

  
.....  
M.Sc. Marcelo Pacheco  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.I. 0502617350



CENTRO  
DE IDIOMAS

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“Análisis de la demanda eléctrica en el alimentador N. ° 1 de la subestación Pujili a nivel de 13.8 kV perteneciente a ELEPCO S.A para cuantificar las pérdidas técnicas y proponer mejoras en el sistema, en el año 2017”

**Fecha de inicio:** Titulación I (abril 2017 -agosto 2017)

**Fecha de finalización:** Titulación II (octubre 2017-marzo 2018)

**Lugar de ejecución:**

San Felipe, Eloy Alfaro, Latacunga, Cotopaxi, Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Eléctrica.

**Proyecto de investigación vinculado****Equipo de Trabajo:**

Tutor de Titulación:

Nombres y Apellidos: Xavier Alfonso Proaño Maldonado

Fecha de nacimiento: 1985-20-10

Cedula de ciudadanía: 050265642-4

Estado civil: Soltero

Numero de telefónico: 0979645465/ 032 663 638

e-mail: [xavier.proano@utc.edu.ec](mailto:xavier.proano@utc.edu.ec)

coordinares de proyecto:

Nombres y Apellidos: Diego Adrian Tandalla Tandalla

Fecha de nacimiento: 1993-06-03

Cedula de ciudadanía: 050415668-8

Estado civil: Casado

Numero de telefónico: 0984198253

e-mail: [diego.tandalla8@utc.edu.ec](mailto:diego.tandalla8@utc.edu.ec)

Nombres y Apellidos: Juan Daniel Haro Haro

Fecha de nacimiento: 1988-09-14

Cedula de ciudadanía: 172266643-3/ 022 008 018

Estado civil: Soltero

Numero de telefónico: 0999808029

e-mail: [juan.haro3@utc.edu.ec](mailto:juan.haro3@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción Eléctricas.

**Línea de investigación de la UTC:**

Energías Alternativas y renovables, Eficiencia Energética y Protección ambiental.

**Sub líneas de investigación de la Carrera Ingeniería Eléctrica:**

Explotación y diseño de sistemas eléctricos.

**2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

En los últimos años, debido al crecimiento de la demanda, el alimentador N. ° 1 perteneciente a la subestación Pujilí que brinda el servicio de energía eléctrica a las zonas de Isinche, la Victoria y Zumbahua ha tenido cambios importantes en su topología. Este cambio ha provocado un aumento de las pérdidas técnicas en la red, por lo que el sistema de medio voltaje a nivel de 13.8 KV requiere de un estudio acorde a la situación actual.

Al realizar este análisis permitirá dar una propuesta de mejoras a la red de tal manera que se minimicen pérdidas de potencia y energía. Entre las causas que se pueden presentar son transformadores sobrecargados, niveles de voltajes fuera de límites permitidos, entre otras causas que favorece la obtención de recursos técnicos y económicos para distribuidora ELEPCO S.A.

La metodología en este estudio es la modelación la red de medio voltaje, empleando el programa CYMDIST, corriendo flujos de potencia tanto para sistemas típicos balanceados y no balanceados, ya que una vez realizado el análisis y la modelación del Alimentador N.º 1 de la subestación Pujilí se propondrá soluciones, especialmente sujetas a la reducción de las pérdidas técnicas y posteriormente al mejoramiento del servicio eléctrico en las Parroquias de Isinche, La victoria y Zumbahua.

**3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En el alimentador N. ° 1 de la subestación Pujilí es necesario determinar las pérdidas técnicas, la cual permitirá conocer el estado del alimentador y determinar si existe la posibilidad de

mejorar el mismo; igual manera se pretende estimar económicamente el costo en pérdidas del alimentador perteneciente a la Empresa eléctrica provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A).

El presente proyecto beneficiara en especial a la ELEPCO S.A, como beneficiario directo del estudio, el mismo pretende tener como impacto reducir el nivel de pérdidas y de esta manera mejorar el voltaje.

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

En la elaboración de este trabajo de investigación existen diferentes tipos de beneficiarios como son:

- La Empresa distribuidora ELEPCO S.A
- Los clientes que reciben la energía de la red de medio voltaje de las parroquias, la victoria, Isinche, Zumbahua.

#### **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el valor de las pérdidas que se presentan en el Alimentador N° 1 de la subestación Pujilí?

#### **6. OBJETIVOS**

##### **OBJETIVO GENERAL**

- Cuantificar pérdidas técnicas en el alimentador mediante la simulación de la red de medio voltaje, para determinar posibles correcciones que permitan reducir esas pérdidas.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información de las condiciones de carga utilizando datos proporcionados por la empresa.
- Emplear histogramas de frecuencias para la clasificación de datos, con el propósito de obtener de la curva de carga representativa del sistema.
- Modelar el alimentador No. 1 de la subestación Pujilí utilizando el programa CYMDIST para conocer el estado actual.
- Analizar los resultados obtenidos de la Modelación, para cuantificar las pérdidas en demanda máxima mediante tablas comparativas en Excel y determinar problemas de calidad de servicio para proponer mejoras en el sistema.

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

**Tabla N° 1** Sistema de tareas con relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividad	Resultado	Verificación
<p><b>Objetivo 1.</b> Recopilar información de las condiciones de carga utilizando datos proporcionados por la empresa para su posterior análisis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Petición verbal de la base de datos del Argis y Cymdist.</li> <li>➤ Levantamiento, verificación y tabulación de datos o valores.</li> <li>➤ Realización de histogramas de frecuencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tipo de conductores.</li> <li>➤ Número de abonados.</li> <li>➤ Numero de transformadores.</li> <li>➤ Obtención de la curva de carga.</li> </ul>	<p>Software Arc Map 10.3, Software Cymdist y MS Excel.</p>
<p><b>Objetivo 2.</b> Modelar el alimentador No. 1 de la subestación Pujilí utilizando el programa CYMDIST para conocer el estado actual.</p>	<p>Ingreso de datos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consumos.</li> <li>➤ capacidad de los transformadores.</li> <li>➤ número de consumidores.</li> <li>➤ Corrida de flujo y distribución de carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistema modelado en el programa.</li> <li>➤ Reportes del alimentador en el estado actual</li> </ul>	<p>Software Cymdist.</p>
<p><b>Objetivo 3.</b> Analizar los resultados obtenidos de la simulación para cuantificar las pérdidas en demanda máxima mediante tablas comparativas en Excel y determinar problemas de calidad de servicio para proponer mejoras en el sistema.</p>	<p>Analizar los resultados obtenidos de la simulación y los reportes generados por el programa Cymdist.</p>	<p>Obtención de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Perfiles de voltaje en el alimentador.</li> <li>➤ Pérdidas totales</li> </ul> <p>Determinación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La demanda.</li> <li>➤ Factor de carga.</li> <li>➤ Factor de demanda</li> <li>➤ Factor de pérdidas.</li> </ul>	<p>Software Cymdist.</p> <p>Aplicación de fórmulas.</p>

**Realizado por:** Autores.

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### Antecedentes de la Investigación

En la actualidad no existe un análisis de las pérdidas en demanda máxima, la cual ha generado condiciones de operación poco eficientes de los sistemas eléctricos de potencia a nivel de medio voltaje, ocasionando el aumento de pérdidas de potencia y energía, provocando que los voltajes se encuentren fuera de los límites permitidos y transformadores en sobrecarga.

Entonces tomando en cuenta todo lo anterior es necesario realizar un análisis de la demanda eléctrica en alimentador N.º 1 de la subestación Pujilí con la finalidad conocer la situación actual de la red de medio voltaje que permita determinar los problemas que se encuentran presentes en el alimentador como son las pérdidas técnicas, ya que constituye la mayor parte de la energía que se disipa y que no puede ser aprovechada de ninguna manera, que económicamente se ve afectado la distribuidora ELEPCO S.A.

### Bases Teóricas

- **Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica.**

De acuerdo con (José Dolores Juárez Cervantes, 1995), menciona que: Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y fiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares.

Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de fiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en:

**Los sistemas de distribución industrial:** comprenden a los grandes consumidores de energía eléctrica, que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión. Es frecuente que la industria genere parte de su demanda de energía eléctrica mediante procesos a vapor, gas o Diesel.

**Los sistemas de distribución comercial:** son un término colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales y municipales. Este tipo de sistemas tiene sus propias características como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.

**Los sistemas de distribución urbanos:** alimentan la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeñas. Son sistemas en los cuales es muy importantes la adecuada selección de los equipos y su correcto dimensionamiento.

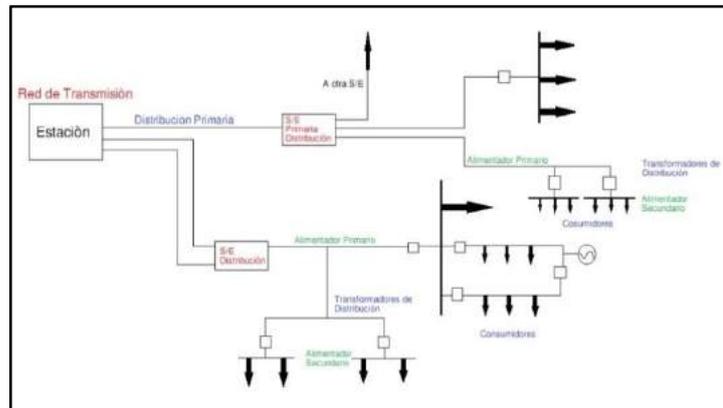
**Los sistemas de distribución rural:** se encargan del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de carga, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos a tipos de red-debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevando el costo del kWh consumido. En algunos casos es incluso justificado, desde el punto de vista económico, la generación local en una fase inicial, y solo en una fase posterior, puede resultar económica y practica la interconexión para formar una red grande.

- **Red de Distribución de Energía Eléctrica.**

De acuerdo con (José Dolores Juárez Cervantes, 1995), menciona que: La red de distribución de energía eléctrica es una parte del sistema de suministro eléctrico que es responsabilidad de las compañías distribuidoras de electricidad. La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas:

- La primera está constituida por la antiguamente denominada red de reparto que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 69 KV y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión.
- La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, comúnmente denominada red de media tensión, con tensiones de funcionamiento de 13,8 KV a 22 kV. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.) uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros son de baja tensión (230/400 V).

**Figura N° 1** Sistema de distribución típica.



**Realizado por:** Autores.

### **Tipos de sistemas de distribución.**

De acuerdo con (José Dolores Juárez Cervantes, 1995), menciona que: Dentro de los sistemas eléctricos de potencia existen tres tipos de sistemas que son los siguientes:

- Sistema radial
- Sistema anillo
- Sistema mallado

Estos tipos de sistemas son los más comúnmente utilizados, por lo que en los siguientes temas se dará una explicación de su funcionalidad, características, ventajas, desventajas y particularidades que tiene cada uno de estos sistemas.

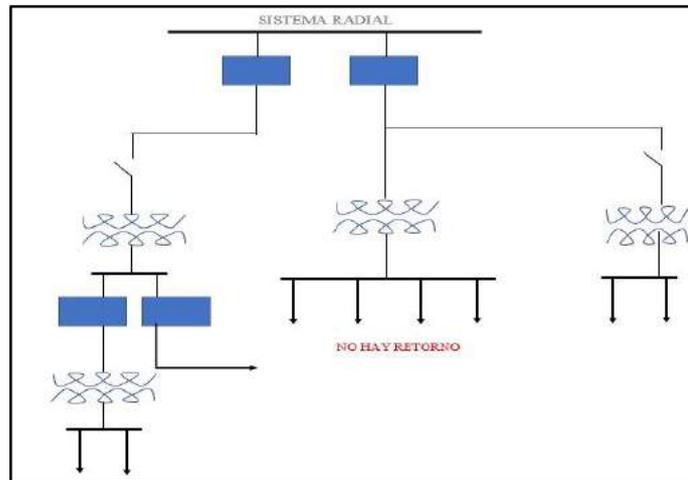
Al utilizar un sistema de distribución este estará expuesto inevitablemente a un buen número de variables tanto técnicas como locales y ante todo una variable económica por lo que los sistemas de distribución no tienen uniformidad, es decir, que un sistema eléctrico será una combinación de sistemas.

### **Sistema Radial.**

Es aquel que tiene una trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Un sistema radial es aquel que tiene un simple camino sin regreso sobre el cual pasa la corriente, parte desde una subestación y se distribuye por forma de rama, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura N° 2** Sistema de Distribución Radial.



**Realizado por:** Autores.

Este tipo de sistema es el más simple y el más económico debido a que es el arreglo que utiliza menor cantidad de equipos, tiene varias desventajas por su forma de operar:

- El mantenimiento de los interruptores se complica debido a que hay que dejar fuera parte de la red.
- Son los menos confiables que una falla sobre el alimentador primario principal afecta a la carga.

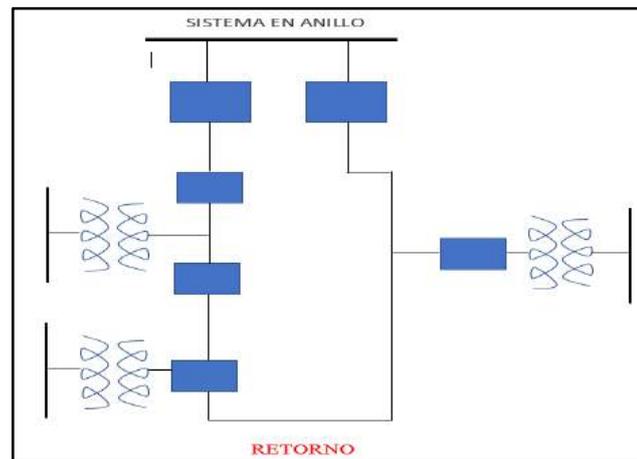
### **Sistema Anillo.**

Es aquel que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica.

Este sistema comienza en la estación central o subestación y hace un ciclo completo por el área a abastecer y regresa al punto de donde partió. Lo cual provoca que el área sea abastecida de ambos extremos, permitiendo aislar ciertas secciones en caso de alguna falla.

Este sistema es más utilizado para abastecer grandes masas de carga, desde pequeñas plantas industriales, mediana o grandes construcciones comerciales donde es de gran importancia la continuidad en el servicio.

**Figura N° 3** Sistema de distribución anillo.



**Realizado por:** Autores.

Cualquier variante del sistema en anillo, normalmente provee de dos caminos de alimentación a los transformadores de distribución o subestaciones secundarias. En general, la continuidad del servicio y la regulación de tensión que ofrece este sistema son mejor que la que nos da el sistema radial. La variación en la calidad del servicio que ofrecen ambos sistemas depende de las formas particulares en que se comparen.

Regularmente, el sistema anillo tiene un costo inicial mayor y puede tener más problemas de crecimiento que el sistema radial, particularmente en las formas utilizadas para abastecer grandes cargas. Esto es principalmente porque dos circuitos deben ponerse en marcha por cada nueva subestación secundaria, para conectarla dentro del anillo. El añadir nuevas subestaciones en el alimentador del anillo obliga a instalar equipos que se puedan anidar en el mismo.

A continuación, mostramos las ventajas en operación de este sistema:

- Son los más confiables ya que cada carga en teoría se puede alimentar por dos trayectorias.
- Permiten la continuidad de servicio, aunque no exista el servicio en algún transformador de línea.
- Al salir de servicio cualquier circuito por motivo de una falla, se abren los dos interruptores adyacentes, se cierran los interruptores de enlace y queda restablecido el servicio instantáneamente. Si falla un transformador o una línea la carga se pasa al otro transformador o línea o se reparte entre los dos adyacentes.

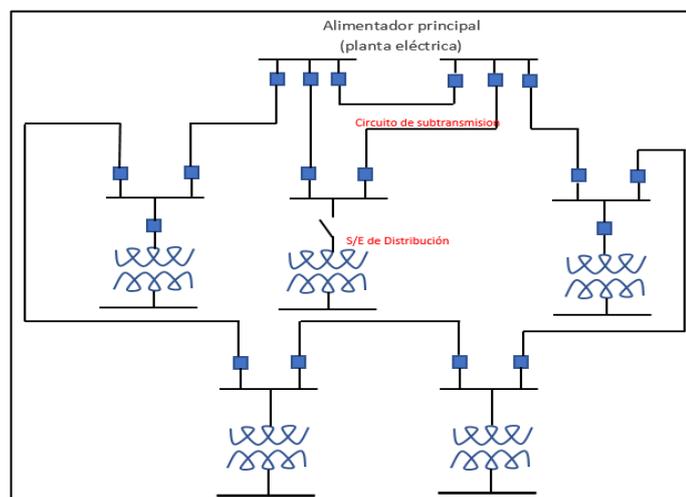
- Si el mantenimiento se efectúa en uno de los interruptores normalmente cerrados, al dejarlo desenergizado, el alimentador respectivo se transfiere al circuito vecino, previo cierre automático del interruptor de amarre.

### Sistema Mallado.

Una forma de subtransmisión en red o en malla provee una mayor confiabilidad en el servicio que las formas de distribución radial o en anillo ya que se le da alimentación al sistema desde dos plantas y le permite a la potencia alimentar de cualquier planta de poder a cualquier subestación de distribución.

Este sistema es utilizado donde la energía eléctrica tiene que estar presente sin interrupciones, debido a que una falta de continuidad en un periodo de tiempo prolongado tendría grandes consecuencias.

**Figura N° 4** Sistema de distribución en malla.



**Realizado por:** Autores.

- **Alimentador Eléctrico**

De acuerdo con (Moreno Jorge Luis, 2016), menciona que: Un alimentador eléctrico es un conductor encargado de suministrar toda la corriente que un grupo de sectores de consumo necesita. En si es el conductor principal que viene del transformador, para alimentar un edificio y llega hasta el interruptor general en el centro de carga. Donde el alimentador eléctrico está constituido por una troncal y varios ramales, que se encargan de suministrar la energía eléctrica en cualquier sector dispuesto por la empresa distribuidora hasta llegar a los usuarios.

### **Alimentador primario**

De acuerdo con (Moreno Jorge Luis, 2016), menciona que: Los alimentadores primarios son aquellos elementos encargados de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de potencia/distribución hasta los transformadores de distribución. Los conductores normalmente van soportados en postes cuando se trata de instalaciones aéreas y en ductos cuando se trata de instalaciones subterráneas.

Los componentes básicos de un alimentador primario son:

- **Trocal:** es el tramo de mayor capacidad del alimentador que transmite la energía eléctrica desde la subestación de potencia/ distribución a los ramales. En los sistemas de distribución estos conductores son de calibres gruesos como 2/0,3/0 y hasta 795 MCM, ACSR (calibre de aluminio con alma de acero), dependiendo del valor de la densidad de la carga.
- **Ramal:** es la parte del alimentador primario energizado a través de un troncal, en el cual van conectados los transformadores de distribución y servicios particulares suministrados en media tensión. Normalmente son calibre menor al troncal. Es el conductor encargado de llevar la energía eléctrica desde la subestación hasta los transformadores de distribución.

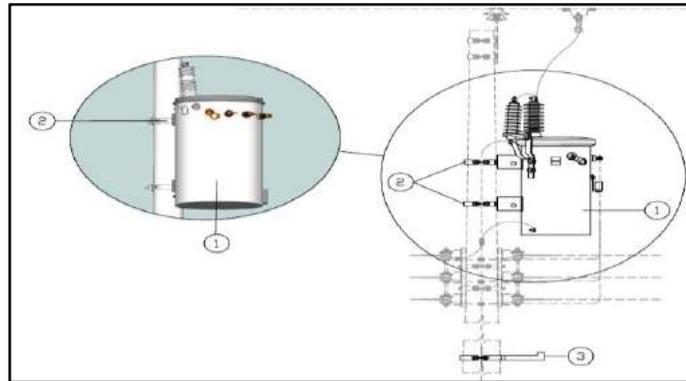
### **Alimentadores secundarios**

De acuerdo con (Moreno Jorge Luis, 2016), menciona que: Los alimentadores secundarios son conductores que contribuyen la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas de los usuarios.

- **Transformadores de distribución**

De acuerdo con (Moreno Jorge Luis, 2016), menciona que: Los transformadores de distribución reducen la tensión de subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo. Tiene capacidad desde 5 hasta 500kv (monofásicos y/o trifásicos). tienen como función principal transmitir la energía hacia los usuarios, a niveles de tensión convenientes por los distintos tipos de cargas.

**Figura N° 5** Transformador monofásico auto protegido.



**Realizado por:** MEER (Homologación de las unidades de propiedad).

Los transformadores de distribución reducen la tensión de subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo. Tiene capacidad desde 5 hasta 500kV (monofásicos y/o trifásicos). tienen como función principal transmitir la energía hacia los usuarios, a niveles de tensión convenientes por los distintos tipos de cargas.

### **Pérdidas en Sistemas de Distribución.**

De acuerdo con (Saadi Joel Jimenez Romero, 2005), menciona que: Las pérdidas en sistemas de distribución es la diferencia entre la producción y el consumo. En el sistema de distribución equivale a la diferencia entre la energía que ingresa al sistema y la registrada, este valor comprende a las pérdidas técnicas y no técnicas.

Las pérdidas de energía representan un costo económico, y su porcentaje refleja el grado de eficiencia en la administración de la empresa; por lo tanto, es importante conocer su valor y las causas que lo producen.

- **Pérdidas Técnicas.**

De acuerdo con (Giovanny Francisco Hidalgo Lavayen, 2009), menciona que: El conjunto de pérdidas eléctricas de un sistema debidas a fenómenos físicos se denominan pérdidas técnicas. Estas pérdidas se deben a las condiciones propias de la conducción y transformación de la energía eléctrica. Las pérdidas técnicas se pueden clasificar a su vez según la función del componente y según la causa que las origina.

Las pérdidas técnicas constituyen energía que se disipa y que no puede ser aprovechada de ninguna manera. Son pérdidas que se encuentran relacionadas con las corrientes que circulan

por los elementos del sistema (efecto joule) y su magnitud es proporcional al cuadrado de la corriente, son las conocidas como pérdidas resistivas.

$$P = I^2 * R \quad \text{(Ecuación 1)}$$

P= Pérdidas en el elemento del sistema (kW)

I= Corriente por el elemento (A)

R=Resistencia del elemento ( $\Omega$ )

Debido a los ciclos de la corriente alterna, los sistemas ferro magnéticos del sistema eléctrico tienen pérdidas, se manifiestan en transformadores y máquinas eléctricas, debido a las corrientes de Foucault y ciclos de histéresis producidos por las corrientes de excitación. En los campos eléctricos, como en las líneas de transmisión se producen pérdidas debidas al efecto corona.

- **Pérdidas no Técnicas.**

De acuerdo con (Giovanny Francisco Hidalgo Lavayen, 2009), menciona que: Las pérdidas no técnicas se definen como la diferencia entre las pérdidas totales de un sistema eléctrico y las pérdidas técnicas estimadas para el mismo.

Las pérdidas no técnicas no constituyen una pérdida real de energía para una economía. En efecto, esta energía se utiliza por algún usuario, suscriptor o no, de la empresa encargada de la distribución de la energía eléctrica. Sin embargo, la empresa no recibe ninguna retribución por la prestación del servicio.

Es evidente que un sistema de medición defectuoso o que no se aplique en forma estrictamente periódica, procesos de facturación inadecuados e incapacidad para detectar y controlar las conexiones ilegales son un reflejo de la incapacidad administrativa de las empresas. También como consecuencia de lo anterior, estas empresas tienen una cartera morosa elevada.

Es la energía consumida pero no facturada (pérdidas por fraude, robo y errores) o facturada erróneamente (pérdidas administrativas).

- **Pérdidas en Acometidas.**

Se originan en el conductor que transportan la energía desde las redes secundarias hasta el contador de energía, las pérdidas resistivas son función de la variación de la demanda, debido a la variación de la circulación de corriente que produce calentamiento (efecto Joule).

- **Pérdidas en Transformadores de distribución.**

Las pérdidas que se generan en todos los transformadores son las pérdidas en el núcleo y pérdidas resistivas.

### **Pérdidas en el Núcleo.**

De acuerdo con (Azogue César , 2016), menciona que: Las pérdidas en el núcleo son aquellas que se producen por la magnetización del núcleo ferromagnético, mientras el transformador está energizado, por lo cual se las denomina pérdidas fijas es decir se encuentran los 365 días del año y no dependen de la carga del transformador sino del voltaje de operación.

Las pérdidas en el núcleo están relacionadas directamente con la capacidad del transformador debido que a mayor capacidad su núcleo es más grande y genera mayores pérdidas de energía.

Una de las principales causas de pérdidas en el núcleo es la histéresis, que se produce por los cambios de ciclo en la dirección del flujo magnético en el acero. Otra causa de pérdidas en el núcleo son las corrientes de Foucault o corrientes parásitas que circulan en las láminas de acero del núcleo por inducción de un flujo magnético variable.

Es importante tomar en cuenta la calidad de material con que se construyó las láminas del núcleo del transformador, para reducir las pérdidas por histéresis y corrientes de Foucault.

### **Pérdidas de potencia en el núcleo.**

De acuerdo con (Diana Patricia Haro Naranjo, 2015), menciona que: Para encontrar las pérdidas de potencia en el núcleo del transformador de distribución, observamos la información que el fabricante proporciona.

$$P_{pot_{nucleo}} = \text{pérdidas(en vacio)en el transformador kW} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

$$PT_{pot_{nucleo}} = \sum P_o$$

Dónde:

$$PT_{pot_{nucleo}} = \text{Pérdidas de potencia en el núcleo de todos los}$$

*transformadores asociados en un alimentador primario.*

*$P_o$  = Pérdidas en el vacío del transformador de distribución.*

### **Pérdidas de energía en el núcleo**

$$PT_{\text{energía núcleo}} = \sum(P_o * t) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

*$PT_{\text{energía núcleo}}$  = Pérdidas de energía en el núcleo de todos los transformadores asociados en un alimentador primario.*

*$P_o$  = Pérdidas en el vacío del transformador de distribución.*

*$t$  = tiempo h (en caso de un año 8760h)*

### **Pérdidas Resistivas**

De acuerdo con (Diana Patricia Haro Naranjo, 2015), menciona que: Estas pérdidas se generan en los devanados del transformador, se producen debido a la resistencia de los conductores, por lo cual dependen de la carga. Para calcular las pérdidas resistivas en el intervalo se utiliza la siguiente expresión que relaciona la demanda del intervalo con la demanda máxima y los factores de potencia del intervalo y máximo.

$$DrL_i = \left( \frac{(Dp_i)(\cos\phi_{\max})}{(Dp_{\max})(\cos\phi_i)} \right)^2 * DrL_{\max} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Dónde:

*$DrL_i$  = Pérdidas resistivas a demanda en el intervalo*

*$Dp_i$  = Demanda en el intervalo*

*$Dp_{\max}$  = Demanda máxima*

*$DrL_{\max}$  = Pérdidas resistivas a demanda máxima*

*$\cos\phi_{\max}$  = factor de potencia máximo*

*$\cos\phi_i$  = factor de potencia en el intervalo*

### Pérdidas Resistivas de Potencia

Para que los datos de la ecuación anterior sean completos se requiere obtener las pérdidas resistivas a demanda máxima con la siguiente expresión.

$$DrL_{max} = \left(\frac{kVAD_{max}}{kVAD_{nom}}\right)^2 * P_{cu} = (FdU)^2 * P_{cu} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Dónde:

$kVAD_{max}$  = demanda máxima en kva del registro de carga

$kVAD_{nom}$  = demanda nominal en kva del transformador

$P_{cu}$  = Pérdidas resistivas a plena carga

$FdU$  = factor de utilización

### Pérdidas Resistivas de Energía

Es la suma de la energía de pérdidas en cada intervalo del período considerado multiplicado por el intervalo de demanda.

$$Energia_{pérdidas} = (\sum DrLi) * \Delta t (h) \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Dónde:

$$\sum DrLi = \text{sumatoria de la energía de Pérdidas resistivas}$$

de cada intervalo de demanda

$\Delta t (h)$  = tiempo en horas

### Definición de Términos Básicos

- **Demanda**

De acuerdo con (Diana Patricia Haro Naranjo, 2015), menciona que: La demanda de un sistema es el promedio de potencia requerido por una carga, durante un determinado intervalo de tiempo, denominado intervalo de demanda, la demanda se expresa en kW, kVA, kVar.

$$Demanda = \frac{Energia(kWh)}{tiempo(horas)} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

- **Densidad de Carga**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: La densidad de carga es la relación entre la carga conectada en (W, KW ó KVA) y la unidad de dimensión. Así para la densidad lineal de carga se tendrá:

La densidad de carga definida se emplea en estudios de carga en proyectos residenciales, comerciales o industriales.

- **Demanda Máxima**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Durante la operación de los sistemas no es necesario que todas las cargas estén conectadas durante un periodo de operación determinado, de manera que una curva de demanda es variable por un cierto lapso medido en minutos, en horas, o para un lapso que puede ser de días, semanas, meses o años.

El valor máximo promedio de corto tiempo medido para una curva de demanda se conoce como la demanda máxima.

- **Factor de Demanda**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Factor de demanda es la relación de la demanda máxima del sistema a la carga total y es una cantidad menor a la unidad, en donde la carga conectada es la suma de todas las capacidades de operación de los equipos eléctricos conectados en la fuente de suministro.

$$F_{demanda} = \frac{D_{max}}{\sum C_i} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

- **Curva de carga**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: La carga en un sistema de potencia representada la demanda eléctrica acumulada de todos los consumidores, tomando en cuenta las pérdidas existentes dentro de cada uno de los elementos que componen el sistema. La curva de carga representa gráficamente la variación de carga en un determinado de tiempo. Con pocas excepciones, la carga será variable hora a hora, día a día.

- **Carga Promedio**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: La carga promedio es la energía suministrada en un cierto periodo de tiempo dividida por el número de horas, el periodo puede ser de un día, un mes o un año.

- **Factor de Carga**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Factor de carga es la relación de la carga promedio a la demanda máxima durante un cierto periodo de tiempo que puede ser de un día, un mes o un año, como generalmente la demanda promedio es menor que la demanda máxima el factor de carga es menor que la unidad.

$$F_{carga} = \frac{D_{promedio}}{D_{máxima}} \quad \text{(Ecuación 9)}$$

- **Factor de Diversidad**

De acuerdo con (Diana Patricia Haro Naranjo, 2015), menciona que: El Factor de diversidad es la relación entre la suma de las demandas máximas individuales en las distintas partes de un sistema y la demanda máxima del sistema completo.

$$F_{diversidad} = \frac{\sum D_i}{D_{máxima}} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

- **Factor de coincidencia**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Factor de coincidencia es el inverso del factor de diversidad.

- **Factor de Simultaneidad**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Factor de simultaneidad es la relación inversa del factor de diversidad.

- **Factor de Utilización**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Factor de utilización es la relación existente entre la demanda máxima de un equipo eléctrico y la potencia nominal del mismo.

$$F_{utilización} = \frac{D_{máxima}}{C_o} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

- **Factor de pérdidas**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Factor de pérdidas es el porcentaje de tiempo requerido por la carga pico para producir las mismas pérdidas que las producidas por las cargas reales sobre un período de tiempo especificado. El factor de pérdidas puede ser calculado de la siguiente relacione:

- Por los cuadrados de la demanda promedio y de la demanda pico.

$$F_{p\acute{e}rdidas}(\%) = \frac{(Demanda\ Promedio)^2}{(Demanda\ Pico)^2} * 100 \quad \text{(Ecuación 12)}$$

- El factor de pérdidas también puede definirse en la curva de pérdidas como la relación entre el valor medio y el valor máximo de la potencia disipada en calor en un intervalo de tiempo especificado.

$$F_{p\acute{e}rdidas} = \frac{kWh\ de\ p\acute{e}rdidas\ durante\ el\ periodo}{kW\ de\ p\acute{e}rdidas * numero\ de\ horas\ del\ periodo} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

- **Porcentaje de pérdidas**

De acuerdo con (Diana Patricia Haro Naranjo, 2015), menciona que: Las pérdidas se evalúan en porcentaje, dividiendo por la energía suministrada.

$$\%P\acute{e}rdidas = \frac{L}{Es} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

**Dónde:**

**L**= pérdidas de energía por componente.

**Es**= energía suministrada.

- **Horas Equivalentes de Pérdidas LEH**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: LEH corresponde al número de horas de la demanda pico que producirían las mismas pérdidas totales que producen las cargas reales sobre un periodo especificado de tiempo.

$$LEH = \frac{\sum(Demanda\ Horaria)^2 * h}{(Demanda\ Pico)^2} = \frac{\sum D_i^2 * h}{D_M^2} \quad \text{(Ecuación 15)}$$

- **Niveles de Voltaje**

De acuerdo con (Giovanny Francisco Hidalgo Lavayen, 2009), menciona que: Se consideran los siguientes tipos de voltaje en corriente alterna:

- Bajo voltaje
- Medio voltaje

En los dos casos, se considerará el valor eficaz en corriente alterna con la frecuencia de 60 Hz.

### **Bajo Voltaje**

Son voltajes cuyo valor nominal, en corriente alterna, no excede a los 600V clasificándose a su vez en dos tipos.

- Voltaje Usual: cuyo valor no excede de los 250V.
- Voltaje Especial: cuyo valor esta entre 250 y 600V.

Para este tipo de voltaje, los valores nominales son los siguientes:

#### **Circuitos secundarios trifásicos:**

- 208/120V
- 220/127V
- 210/121V

#### **Circuitos secundarios monofásicos:**

- Voltaje (2 hilos) 120V
- Volteje (3 hilos) 240/128V

### **Medio Voltaje**

De acuerdo con (Giovanny Francisco Hidalgo Lavayen, 2009), menciona que: Se denomina al voltaje cuyo valor nominal esta entre 600V y 40kV. Este voltaje se utiliza para alimentar los centros de transformación de una instalación y para las cargas especiales desde las redes primarias. Los voltajes de alimentación en medio voltaje son 13,8/7,96kV.

- **Cargas de diseño para redes de distribución**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: La proyección de la demanda constituye un problema típico en cada caso, cuya solución no pueda reducirse a términos normales simplistas. Los modelos más conocidos son:

**Tasa de crecimiento geométrico**

$$D_n = D_o(1 + r)^n$$

**Tasa de crecimiento aritmética**

$$D_n = D_o(1 + r * n) \quad \text{(Ecuación 16)}$$

**Tasa de crecimiento de la demanda**

De acuerdo con (Samuel Ramírez Castaño, 2014), menciona que: Este es uno de los parámetros de diseño cuya determinación requiere el máximo cuidado a fin de evitar la subestimación y la sobrestimación de las demandas futuras.

**tasa de crecimiento geométrico**

$$r = \sqrt[n]{\frac{D_n}{D_o}} - 1$$

**tasa de crecimiento Aritmético**

$$r = \frac{\frac{D_n}{D_o} - 1}{n} \quad \text{(Ecuación 17)}$$

**Hipótesis**

Existe la posibilidad de reducir las pérdidas en el alimentador N° 1 de la subestación Pujilí.

### Sistemas de Variables.

Tabla N° 2 Variable Independiente Demanda.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo).	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Demanda máxima.</li> <li>➤ Demanda promedio.</li> <li>➤ Demanda mínima.</li> <li>➤ Curva de carga diaria mensual.</li> <li>➤ Curva de carga diaria semestral.</li> </ul>	<p><b>Instrumento:</b> Planos, basé de datos.</p> <p><b>Bibliografía:</b> análisis de documentos.</p> <p><b>Software:</b> CYMDIST, impresión de datos confiables del sistema eléctrico.</p>

Realizado por: Autores.

Tabla N° 3 Variable Dependiente Pérdidas.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Representa la energía que se pierde durante la transmisión dentro de la red a través de conductores desde las plantas de generación hacia los consumidores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Factor de pérdidas (Fp)</li> <li>➤ Factor de carga (Fc)</li> <li>➤ Factor de demanda (Fd)</li> <li>➤ Pérdidas de energía durante el periodo de horas punta o pico (kW/h).</li> <li>➤ Perdidas en dólares \$.</li> </ul>	<p><b>Instrumento:</b> Registro de observaciones.</p> <p><b>Bibliografía:</b> Análisis de documentos y base de datos.</p> <p><b>Software:</b> CYMDIST modelación y simulación.</p>

Realizado por: Autores.

## 9. MARCO METODOLÓGICO

### Nivel de Investigación

En este trabajo se define la metodología de investigación, el tipo de investigación, las técnicas e instrumentos que van a ser empleados en el desarrollo del proyecto.

- **Investigación Descriptiva**

De acuerdo con (Grisell Bolívar , 2014), menciona que: dentro de la investigación descriptiva los fenómenos son descritos tal como se dan en la actualidad. Se trata de obtener información para describir, analizar e interpretar datos sin priorizar el interés por conocer ni el origen, causa y/o efecto de la situación.

Se pretende utilizar este tipo de investigación para conocer la situación actual del sistema eléctrico del Alimentador N°1 de la subestación Pujilí y saber que sucederá con la demanda del sistema en un futuro debido a la existencia de pérdidas técnicas.

- **Investigación Explicativa**

De acuerdo con (Grisell Bolívar , 2014), menciona que: Con la investigación explicativa se pretende llevar a cabo el conocimiento de las causas o por qué se produce un hecho; además, se busca establecer las interrelaciones que se producen entre las variables.

Este tipo de investigación se empleará para conocer si el incremento paulatino de las pérdidas técnicas en el Alimentador afectará más al sistema de distribución de energía a los consumidores de las zonas de Isinche, Zumbahua y La Victoria.

- **Investigación Proyectiva.**

De acuerdo con (Jacqueline Hurtado de Barrera, 2008), menciona que : Este tipo de investigación, consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

Se empleará este tipo de investigación con el objeto de dar una propuesta de mejoras, permitiendo solucionar los problemas debido a la existencia de las pérdidas técnicas en la distribución de energía eléctrica del Alimentador N° 1 de la subestación Pujilí, que beneficien

directamente a la Empresa Eléctrica Cotopaxi, por lo tanto, de igual manera a los consumidores de la zona de Isinche, La Victoria y Zumbahua permitiendo que estos usuarios tengan un buen suministro de energía eléctrica.

### **Levantamiento de Información**

En este proyecto se aprecia una investigación bibliográfica y de campo, para que el trabajo sea viable, como sitio base para realizar el análisis se toma el alimentador N.1 de la subestación Pujilí perteneciente a la ELEPCO S.A.

La información pertinente del alimentador N°.1 de la subestación Pujilí como los datos del alimentador y flujos de cargas, demandas en kWh de cada uno de los usuarios conectados al alimentador, fueron proporcionados por los ingenieros encargados del área de planificación de proyectos eléctricos previo a su respectiva autorización de la empresa ELEPCO S.A.

### **Tipo de Investigación**

Entre los tipos de investigación aplicada en el presente proyecto se hallan los siguientes:

- **Investigación Documental**

De acuerdo con (Alba Lucía Marín Villada, 2008), menciona que : Es la que se realiza, como su nombre lo indica, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie tales como, las obtenidas a través de fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivísticas; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos que se encuentran en archivos como cartas oficios, circulares, expedientes, etcétera.

Este tipo de investigación para nuestro proyecto es de mucha importancia porque nos ayuda recopilar información y los datos técnicos del Alimentador N° 1 de la subestación Pujilí a nivel de 13,8 Kv, los mismos que serán proporcionados por la Empresa Eléctrica Cotopaxi (ELEPCO S.A), dicha información permitirá la modelación del sistema eléctrico para su posterior análisis.

- **Investigación Bibliográfica**

Nos permite fijar y conocer los métodos más importantes sobre el problema en objeto de este proyecto, permitiendo buscar las causas que originan estas situaciones de nuestro tema de investigación.

- **Investigación de Campo**

Con la investigación de campo se tiene como objeto el análisis del problema planteado en el lugar natural de los hechos, o sea en la zona donde se generan los fenómenos para recolectar información, de manera que permita especificar las causas y efectos que inciden en las pérdidas técnicas en el alimentador.

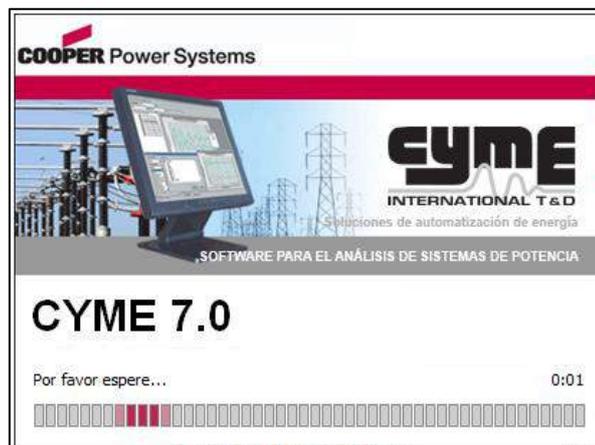
### **Técnica e Instrumento**

- **Descripción del software CYMSIDT.**

Para la modelación de sistemas eléctricos en medio voltaje se utilizará el software CYMDIST, que permite crear escenarios de futura proyecciones en la red, dejándonos estudiar y simular el comportamiento de las redes de eléctricas.

Las funciones analíticas del programa CYME se aplican a cualquier tipo de simulación en redes eléctricas. Se pueden crear escenarios de planificación y estudios de casos para evaluar y verificar con precisión y eficacia el impacto de cambios o reconfiguraciones hechos a la red resultando en una mejor gestión de los activos. El programa CYME, a la vez maduro y moderno, ha hecho sus pruebas en cuanto a su precisión y fiabilidad.

**Figura N° 6** Pantalla de inicio del software CYMDIST.



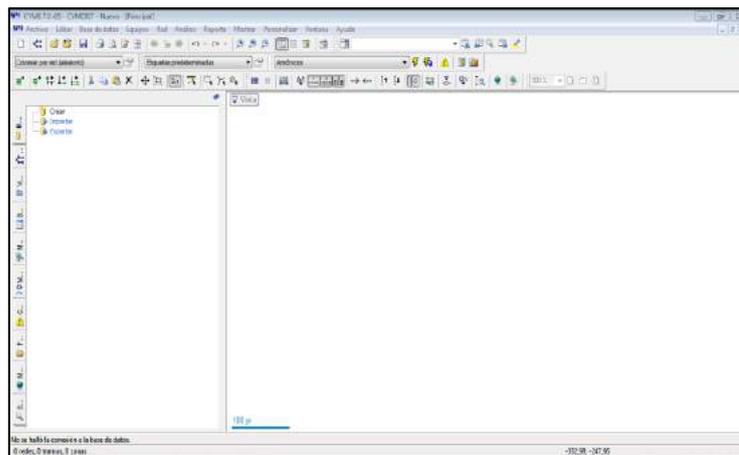
**Realizado por:** Autores.

- **Características de Programa CYMDIST.**

- Flujo de carga y caída de tensión.
- Calculo de cortocircuito.
- Dimensionamiento y ubicación optima de condensadores.
- Balance, distribución y evaluación de cargas.

- Análisis de armónicos.
- Análisis de confiabilidad.
- Ubicación óptima de reguladores de tensión.
- Modelación de redes de distribución de baja voltaje.
- Verificación de la coordinación de los dispositivos de protección.
- Análisis técnico-económico.
- Estimador de estado de redes de distribución.
- Administrador avanzado de proyectos y planificador de redes.

**Figura N° 7** Interfaz de CYMDIST.



**Realizado por:** Autores.

En resumen, el espacio de trabajo del programa CYMDIST es totalmente amigable con usuario permitiendo personalizarlo; mientras que los gráficos, los resultados y los reportes obtenidos del estudio se pueden guardar y modificarse si es caso.

El presente trabajo involucra el análisis del alimentador N.º 1 de la subestación Pujilí perteneciente a la empresa ELEPCO S.A empleando el programa CYMDIST con el objetivo de correr flujos de potencia y obtener los perfiles de voltaje del sistema, por tanto, brindar una propuesta reducción las pérdidas técnicas existentes en el alimentador para poder mejorar la calidad de servicio eléctrico a todos los usuarios de las parroquias de Isinche, la Victoria y Zumbahua.

## Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

### Modelación y Simulación el Alimentador N° 1 de la S/E Pujilí.

- La modelación y simulación se la desarrollará en el software CYMDIST el cual nos generará los reportes y determinará el estado del sistema antes mencionado.
- Para el análisis de datos se empleó el paquete de Excel e histogramas de frecuencia para la validación de los datos obtenidos del registrador de demanda que se encuentra en la cabecera del Alimentador.

## 10. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla N° 4 Presupuesto del Proyecto.

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
<b>Equipos:</b>				
Alquiler del analizador de carga de Medio Voltaje	1	C/U	50	50
Pértiga	1	C/U	25	25
guantes eléctricos de M.V	2	C/U	15	30
<b>Transporte y salida de campo:</b>				
visita y trabajo de campo	5	C/U	20	100
visita e Instalación del analizador de medio voltaje en el alimentador.	1	C/U	5	5
<b>Materiales y suministros:</b>				
lápiz	2	C/U	0,25	0,5
esferos	4	C/U	0,45	1,8
borrador	2	C/U	0,25	0,5
cuaderno	1	C/U	1,5	1,5
calculadora	1	C/U	18	18
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
fotocopias de libro de Enrique Harper	250	C/U	0,03	7,5
fotocopias de libro de José Dolores Juárez Cervantes	100	C/U	0,03	3
Impresiones de los avances del Proyecto	50	C/U	0,03	1,5
Impresiones de los avances de las tutorías del Tutor	5	C/U	0,03	0,15
<b>Gastos Varios</b>				
Alimentación	10	C/U	2,5	25
<b>Otros Recursos</b>				
<b>Sub Total</b>				269,45
				<b>12%</b>
<b>TOTAL</b>				<b>301,784</b>

Realizado por: Autores.

## 11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)

Para el análisis de la situación actual del alimentador primario, es necesario contar con la base de datos, el mismo que fue proporcionado por el departamento de planificación de la empresa ELEPCO S.A , ya que con esa información nosotros podemos detallar un listado de todos los componentes y los distintos reportes muy relevantes de todas las cargas, transformadores y tramos que componen el sistema, con el fin de tabular y manejar esa información de una forma adecuada y facilitar la realización de los cálculos y a la vez discusión de resultados correspondientes del sistema.

### Recopilación de Información

Para la recopilación de información y valores del alimentador, se empleó la base de datos que fue otorgada a petición verbal de los Autores. a la empresa eléctrica provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A), con el objetivo de iniciar nuestro análisis.

### Tabulación de Resultados.

Después de recopilar la información más importante del alimentador se optó en tabular los datos mediante histogramas de frecuencia, el cual nos permitió obtener unas muestras representativas de las demandas más probables de un determinado tiempo que nos brindó el registrador de demanda, debido a que se contaba con una extensa cantidad de datos. Dichos información son de intervalos de diez minutos durante las 24 horas, a continuación, se muestra un ejemplo del tipo histograma empleado en este análisis.

**Tabla N° 5** Modelo de histograma empleado en el análisis.

HORA	OH		INTERVALOS DE CLASE					
# Datos	1056		límite inferior	límite superior	Clase	Frecuencia	% acumulado	%
valor Max	3390,03		1421	1667,2	1667,2	12	1,136%	1,136%
valor min	1421,27		1667,2	1913,4	1913,4	0	1,136%	0%
rango	1968,76		1913,4	2159,6	2159,6	164	16,667%	15,530%
# intervalos (sturger)	10,9780909	8	2159,6	2405,8	2405,8	796	92,045%	75,379%
amplitud de clase	246	246,2	2405,8	2652	2652	78	99,432%	7,386%
diferencia límite inferior	0,4		2652	2898,2	2898,2	0	99,432%	0%
			2898,2	3144,4	3144,4	0	99,432%	0%
			3144,4	3390,6	3390,6	6	100%	0,568%
						1056		100%

**Realizado por:** Autores.

En el **Anexo 1** se presenta todos los histogramas de cada mes.

**Tabla N° 6** Datos Tabulados semestralmente.

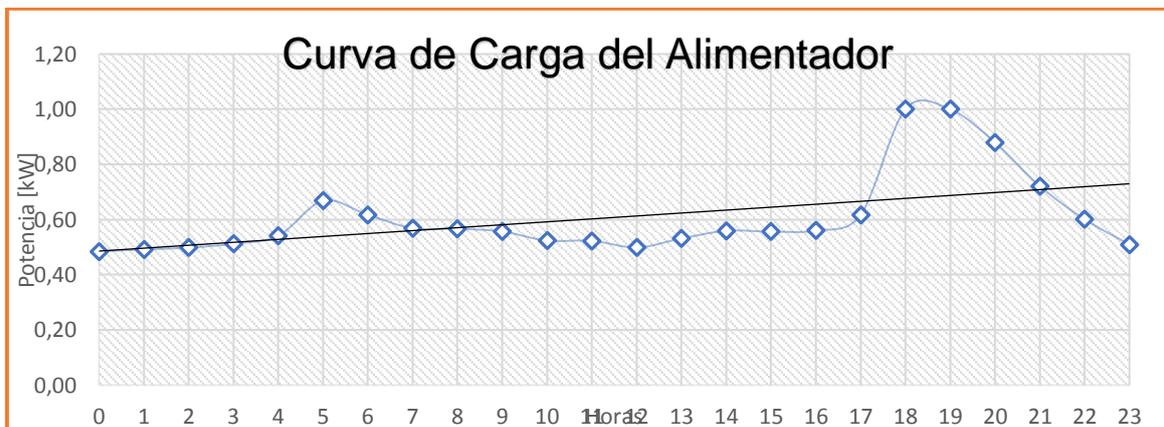
Dato Semestral		
Horas	Potencia (kw)	C.D.D.D
0	2405,8	0,48440552
1	2443	0,4918957
2	2475,2	0,49837914
3	2544	0,51223195
4	2688	0,54122622
5	3319,5	0,66837813
6	3066	0,61733615
7	2824	0,56860968
8	2814	0,56659619
9	2765	0,55673009
10	2602	0,5239102
11	2599	0,52330615
12	2478	0,49894292
13	2639	0,53136011
14	2778,4	0,55942817
15	2764	0,55652874
16	2783	0,56035437
17	3063	0,61673211
18	4966,5	1
19	4965,5	0,99979865
20	4367,5	0,87939193
21	3583	0,72143361
22	2985	0,60102688
23	2532	0,50981577

**Realizado por:** Autores.

### Determinación de la Curva de Carga

Para la elaboración de curva de carga se consideró los resultados obtenidos de las potencias medidas durante los 6 primeros meses en intervalo de 10 minutos en los registradores de demanda desde la cabecera del alimentador. Haciendo el uso de los histogramas de frecuencia se obtuvo valores representativos de las cargas probables que se pueden obtener durante un lapso de período de trabajo en el día de curva representativa del alimentador.

**Figura N° 8** Curva de Carga Representativa del Alimentador.



**Realizado por:** Autores.

En el **Anexo 1** se presenta todas las curvas de carga de los 6 meses.

La curva presentada anteriormente es resultado de modelo analítico basado en histogramas de frecuencia, por esta razón se considera a este método más confiable para sacar las curvas de carga representativa con los valores exactos obtenidos de la base datos de la empresa distribuidora de energía (ELEPCO S.A).

### **Determinación de las Características de la Carga del Alimentador.**

- **Determinación de la Demanda**

Para la determinación de la demanda se tomó en cuenta la curva de carga representativa donde se puede evidenciar que las demandas máximas se registran desde las 18:00pm hasta las 20:00pm, siendo a las 18:00pm el de mayor demanda con 4966,5 kW.

De la misma manera para determinación de la demanda mínima se considera el registro desde las 0:00 hasta las 2:00am de la madrugada, siendo a las 0:00pm el de menor demanda con 2405,8 kW.

Todos estos datos fueron tomados de la tabla siguiente, generalizados en los histogramas de los 6 primeros meses del 2017.

**Tabla N° 7** Histograma Total o Semestral del Alimentador.

Total 6 Meses		
Horas	Potencia (kw)	C.D.D.D
0	2405,8	0,48
1	2443	0,49
2	2475,2	0,50
3	2544	0,51
4	2688	0,54
5	3319,5	0,67
6	3066	0,62
7	2824	0,57
8	2814	0,57
9	2765	0,56
10	2602	0,52
11	2599	0,52
12	2478	0,50
13	2639	0,53
14	2778,4	0,56
15	2764	0,56
16	2783	0,56
17	3063	0,62
18	4966,5	1,00
19	4965,50	1,00
20	4367,5	0,88
21	3583	0,72
22	2985	0,60
23	2532	0,51

**Realizado por:** Autores.

- **Determinación del Factor de Utilización**

Con los datos de la demanda máxima registrada a las 18:00pm y la capacidad del sistema que es de 18620 kVA, se procede a calcular el factor de utilización empleado la fórmula siguiente con el propósito de determinar la cargabilidad del transformador.

$$f_{utilización} = \frac{Demanda\ Máxima}{Capacidad\ del\ Sistema}$$

$$f_{utilización} = \frac{4966,50}{18620}$$

$$f_{utilización} = 0,3$$

Este resultado de 0,3 nos permite verificar que el transformador no tiene problemas de cargabilidad.

- **Determinación del Factor de Carga**

Para la determinar del factor de carga se debe obtener la demanda máxima y el promedio, de esa manera se emplea la fórmula propuesta por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), con lo que se obtiene:

$$f_{carga} = \frac{Demanda\ Promedio}{Demanda\ Máxima}$$

$$f_{carga} = \frac{3018,77}{4966,50}$$

$$f_{carga} = 0,6078$$

- **Determinación del factor de Pérdidas**

Para el cálculo de la del factor de pérdidas se empleó la fórmula propuesta por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), esta metodología es aplicable a todos los sistemas de distribución donde se pretenda evaluar las pérdidas, con lo que se obtiene:

$$f_{pérdidas} = 0,3 * f_{carga} + 0,7 * f_{carga}^2$$

$$f_{pérdidas} = 0,3 * 0,6078 + 0,7 * 0,6078^2$$

$$f_{pérdidas}\% = 44 \%$$

- **Determinación del factor de demanda**

Para el cálculo del factor de demanda se empleó la fórmula propuesta por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), con lo que se obtiene:

$$f_{Demanda} = \frac{Carga\ Maxima}{Carga\ Instalada}$$

$$f_{Demanda} = \frac{4966,50}{18620}$$

$$f_{Demanda} = 0,27$$

**Modelación del alimentador en condiciones actuales.**

Para modelación del alimentador se utilizará el Software Cymdist y corroborando los datos con el programa Argis, el mismo que permite realizar varios estudios dentro de los sistemas eléctricos tanto desequilibrados o equilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásico. El entorno de trabajo del programa es muy amigable con el usuario permitiendo dentro de nuestro análisis cuantificar las pérdidas técnicas, conocer el estado de los transformadores, caídas de voltaje, condiciones de los conductores y los ramales, etc.; todo esto en condiciones de demanda máxima del sistema, obteniendo reportes las cuales se pueden ser creadas y modificada permitiendo darnos detalladamente el estado de la red.

- **Ingreso de datos actualizados**

Antes de realizar la modelación del alimentador se actualizo los datos de consumos, capacidad del transformador y el número de usuarios en todos los tramos de la red, de tal manera permitiendo conocer el estado actual del mismo, considerando los nuevos cambios.

De esta manera se tendrá buenos reportes con la información más relevante del sistema para el análisis del alimentador, permitiendo cuantificar exentamente las pérdidas que se están generando en el mismo

**Tabla N° 8** Resumen de los datos ingresados al Cymdist.

DATOS ACTUALIZADOS INGRESADOS AL CYMDIST					
N° DE DATOS	TRAMO	N° DE TRANSFORMADOR	POTENCIA (Kva)	CANT. DE USUARIOS	TOTAL CONSUMO (Kw/h/mes)
1	61983	4290	45	1	4780
2	155211	9615	25	19	1213
3	202895	11748	10	7	521
4	233388	10884	15	11	30
5	81721	5803	10	8	451
6	62345	5972	5	17	1472
7	63918	5517	10	6	176
8	30478	5886	15	7	119
9	83090	5831	5	7	300
10	83650	4432	15	13	1380
11	21730	8107	10	34	2100
12	231659	9644	5	5	0
13	62240	10563	38	22	1770
14	81243	1046	10	13	289
15	62435	8421	10	7	588
16	91256	661	15	16	276
17	83633	8256	10	15	223
18	20328	7486	30	2	2104

**Realizado por:** Autores.

En el **Anexo 2** se presenta todos los datos de consumos, kVA y N° de usuarios.

**Figura N° 9** Pantalla de Cymdist de ingreso de datos.

The screenshot shows the 'Propiedades del tramo' window in the Cymdist software. It includes the following sections:

- Nombre del tramo:** MFA\_11230
- Carga concentrada:**
  - Número: MFA\_11230
  - Estado: Conectado
  - Ubicación: En el ruido de destino
- Fase:** A, B, C (all checked)
- Zona:** NO DEFINIDO
- Medio ambiente:** Desconocido
- Dispositivos:** Agregar, Quitar
- Parámetros:**
  - Modelo de carga: DEFAULT
  - Tipo de cliente: Residencial
  - Año: 2017
  - Conexión: [Icon]
  - Prioridad Normal: NINGUNO
  - Energencia: NINGUNO
  - Distribución de carga: Estado: Desfococada
- Tabla de Datos:**

	A	B	C	Total	
Potencia real:	0,0	0,0	8,71	8,71	KW
Potencia reactiva:	0,0	0,0	0,96	0,96	Var
Consumo:	0,0	0,0	2063,0	2063,0	KW · h
Capacidad conectada:	0,0	0,0	10,0	10,0	KVA
Clientes:	0,0	0,0	28,0	28,0	
Toma al centro 1:	0,0	0,0	0,0		%
Toma al centro 2:	0,0	0,0	0,0		%

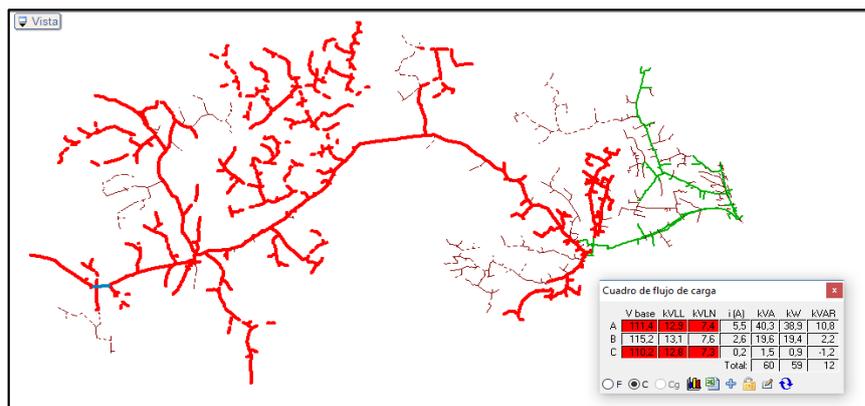
**Realizado por:** Autores.

- **Flujo de Carga del Alimentador**

El resultado del análisis de flujo de carga tiene como objeto evaluar el estado y desempeño del sistema eléctrico, bajo diversas condiciones de operación. Siendo una de las herramientas más apropiada para el planeamiento, diseño y operación del sistema durante su análisis.

A continuación, en Figura N° 10, se observa los resultados del flujo de carga permitiendo conocer el estado actual de sistema y los tramos más desfavorables.

**Figura N° 10** Esquema eléctrico del estado actual del alimentador.

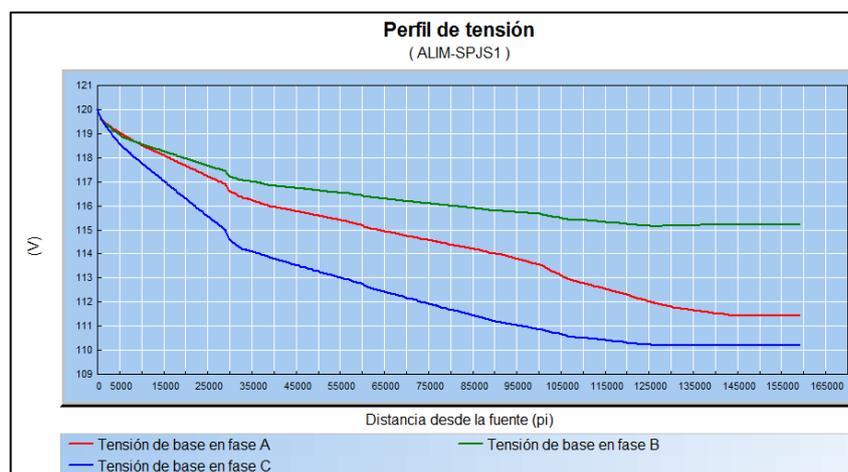


Realizado por: Autores.

- **Perfil de voltaje**

A continuación, se muestra el perfil de voltaje el resultado obtenido de la modelación, que permite observar la caída de voltaje en cada uno de los tramos del alimentador y así evidenciar si se encuentra dentro de los rangos establecidos dentro de la calidad de servicio.

**Figura N° 11** Perfil de voltaje en condiciones actuales.



Realizado por: Autores.

En la Figura N° 10 , y corroborando con los perfiles de voltaje de la Figura N° 11 del reporte de la simulación en condiciones actuales del alimentador, se puede observar que a una longitud aproximada en la FASE C de 48.768 km aguas abajo del alimentador Pujili las condiciones de caída de voltaje en esta fase son considerables , llegando hacer del 12,8kV y a nivel de bajo voltaje de 110,2V; así de la misma forma en la FASE A con valores de 12,9 kV y en bajo voltaje del 111,4V. Estos dos últimos valores nos detallan que en los tramos finales la calidad de servicio eléctrico en muy bajo y que no se encuentran en los límites emitidos por el ARCONEL.

En cambio, en la FASE B es más favorable que los demás tramos con un valor del 13,1 kVLL con 115,2V en bajo voltaje considerando este valor aguas abajo del alimentador no se encuentra muy sobrecargado la línea estando en los límites considerados en norma de calidad servicio eléctrico.

- **Pérdidas Totales**

También se puede detallar las pérdidas obtenidas de la modelación del sistema actual, las cuales se encuentra resumidas en la Tabla N° 9, estas pérdidas son producidas por los mismos componentes que conforma todo el sistema de distribución eléctrica como son las cargas, transformadores y conductores aéreos, etc. Igualmente se especifican cada uno de los valores de las pérdidas existentes en el alimentador, de acuerdo con el tipo de potencia en kW y kVA.

Asimismo, se puede evidenciar en la Tabla N° 10, el valor en porcentaje del factor de pérdidas es del 46,34% del sistema actual sacados de los reportes de Cymdist, este valor se asemeja al valor calculado manualmente con los datos entregados por la empresa distribuidora de energía que está en un 44%, de esta manera se puede comprobar que el análisis está en concordación entre la base de datos tabuladas y el software Cymdist.

Estos porcentajes de pérdidas representan en el sistema el tiempo mismo requerido por la carga pico para producir las mismas pérdidas que las producidas por las cargas reales en el alimentador. Mientras tanto el factor de potencia en estado actual del alimentador está en 94,86%, representando un valor poco bajo. En cambio, debido a la existencia de pérdidas Técnicas de 168,36 kW representaría pérdidas económicas para la empresa eléctrica provincial Cotopaxi.

**Tabla N° 9** Reporte total de pérdidas en estado actual del alimentador.

Reporte de la carga de los alimentadores								
Subestación: SPJS1 :								
Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	kVA	FP (%)	kW	FP (%)	kVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-SPJS1	3370,91	94,86	4966,5	96,86	363,29	46,34	168,36	46,34
<b>Total</b>	<b>3370,91</b>	<b>94,86</b>	<b>4966,5</b>	<b>96,86</b>	<b>363,29</b>	<b>46,34</b>	<b>168,36</b>	<b>46,34</b>

**Realizado por:** Autores.

- **Transformadores sobrecargados**

Mediante el análisis y modelación del alimentador en estado actual del sistema primario, se obtuvo los siguientes resultados: 17 transformadores de distribución están sobrecargados en su respectiva fase, es decir el 1,92% del total de 884 transformadores que cuenta actualmente en el alimentador están trabajando sobre su capacidad nominal, provocando la reducción de la vida útil de los equipos conectados a él, de igual manera están contribuyendo al aumento de pérdidas.

En la siguiente Tabla se resumen los transformadores con sobrecarga.

**Tabla N° 10** Transformadores sobrecargados.

REPORTE CYMDIST										
Cantidad	Nro. equipo	VA-N (V)	VB-N (V)	VC-N (V)	Id. Equipo	Potencia Nominal (kVA)	Consumo en (kWh/mes)	# de clientes	Cargabilidad (%)	Estado
1	7624	115,7			1C37,5T	38	11228	45	106,9	Sobrecargado Fase A
2	4307		115		1C37,5T	38	14828	71	115,4	Sobrecargado Fase B
3	610	112,6			1A10T	25	5518	32	197,1	Sobrecargado Fase A
4	646		113,6		1A5T	5	2386	23	170,4	Sobrecargado Fase B
5	655	114,6			1C5T	5	2268	2	132,4	Sobrecargado Fase A
6	5972			112,8	1C5T	5	1472	17	105,1	Sobrecargado Fase C
7	636	114,8			1C15T	15	11859	128	159,2	Sobrecargado Fase A
8	61967_MTA-1		114,3		1C5T	5	1805	1	128,9	Sobrecargado Fase B
9	5105	117			1C25T	25	11545	46	134,8	Sobrecargado Fase A
10	585	114,2			1C10T	10	3012	27	107,6	Sobrecargado Fase A
11	4327			117,7	1C15T	15	8369	81	199,3	Sobrecargado Fase C
12	713		115,6		1C5T	5	2050	4	119,6	Sobrecargado Fase B
13	864	112,1			1C10T	10	4366	42	155,9	Sobrecargado Fase A
14	3739	113,3			1A15T	15	4978	21	118,5	Sobrecargado Fase A
15	152366	105,5			1C5T	5	3039	1	217,1	Sobrecargado Fase A
16	152365	108,8			1C5T	5	1585	3	113,2	Sobrecargado Fase A
17	450	106,8			1C5T	5	2539	1	181,4	Sobrecargado Fase A

**Realizado por:** Autores.

Este reporte también permite conocer el estado actual de operación del alimentador N° 1 de la S/E Pujili con estos transformadores, permitiendo resumir que los 884 transformadores tanto monofásico o trifásicos, 867 transformadores de distribución está operando en condiciones normales. También debemos considerar que los 17 transformadores están operando en esas condiciones mayoritariamente en la FASE A.

- **Conductores sobrecargados**

En la Tabla N° 11, se puede observar 8 tramos con conductores que se encuentra sobrecargados uno de ellos siendo el conductor ACSR calibre # 2, pudiendo notar que en estos calibres la corriente fue aumentado pronunciadamente con el aumento de la carga.

Esta sobrecarga produce sobre corrientes, que no son corrientes normales o nominales a la que trabaja cierto elemento o equipo produciendo calentamiento de los conductores y cables, pudiendo perjudicar en un futuro al deterioro del aislamiento conllevando a producción de un arco eléctrico perjudicando la operación normal del sistema eléctrico.

**Tabla N° 11** Conductores y cables sobrecargados.

REPORTE CYMDIST							
Cantidad	Nombre alim.	ID dispositivo Protección	Nombre tramo Inicio	ID Tramo Fin	Nombre Conductor	Capacidad (A)	Carga (%)
1	ALIM-PJS1	19675_MTA	I19676_MTA	I19676_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	180	166,74
2	ALIM-PJS1	20536_MTA	I20537_MTA	I20537_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	180	180,96
3	ALIM-PJS1	62407_MTA	I62406_MTA	I62406_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	180	101,89
4	ALIM-PJS1	20582_MTA	I20583_MTA	I20583_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	180	141,86
5	ALIM-PJS1	20293_MTA	I20294_MTA	I20294_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	180	147,73
6	ALIM-PJS1	10604_MTA	I10605_MTA	I10605_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	180	125,9
7	ALIM-PJS1	10621_MTA	I10622_MTA	I10622_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	180	134,07
8	ALIM-PJS1	83551_MTA	I81914_MTA	I81914_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	180	126,54

**Realizado por:** Autores.

- **Determinación de lo kW/h de pérdidas durante el período**

Para el cálculo de los kW/h pérdidas durante el periodo se empleó la fórmula propuesta por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), de igual manera se requiere el reporte de las pérdidas totales en kW del alimentador a demanda máxima como se muestra en la siguiente Tabla y de esa manera se procede a calcular y se obtiene las siguientes pérdidas:

**Tabla N° 12** Pérdidas totales del alimentador.

Reporte de la carga de los alimentadores								
Subestación: SPJS1 :								
Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	kVA	FP (%)	kW	FP (%)	kVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-SPJS1	3370,91	94,86	4966,5	96,86	363,29	46,34	168,36	46,34
<b>Total</b>	<b>3370,91</b>	<b>94,86</b>	<b>4966,5</b>	<b>96,86</b>	<b>363,29</b>	<b>46,34</b>	<b>168,36</b>	<b>46,34</b>

**Realizado por:** Autores.

Con los datos de la Tabla N°12, y los registros anteriores se reemplazó en fórmula y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla N° 13** Valor de pérdidas en el período condición actual.

Cálculo de Pérdidas en Condiciones Actuales	
<p><i>kWh de Pérdidas durante el periodo</i>  <math>= fp * kW \text{ Maximo de Pérdidas} * \# \text{ de horas del periodo}</math></p>	
53453,33	kWh/mes
5078,07	\$/mes

**Realizado por:** Autores.

En las Tabla N° 13, se resumen el valor de pérdidas totales mensuales a demanda máxima del alimentador en condiciones actuales obteniendo 53453,33 kWh/mes, este valor multiplicado por el costo del kWh/mes de 0,095 centavos de dólar para este tipo de consumidores se obtiene el valor de 5078,07 \$/mes.

### Propuesta de Mejoras en el Sistema

- **Acción Correctiva 1: Transformadores y Conductores Sobrecargados**

Para el problema de los transformadores que se encuentra operando en estas condiciones y provocando pérdidas, se optó en calcular su demanda de diseño con el podemos dar un parámetro exacto de que capacidad de en kVA adecuado para el numero de cargas conectadas al mismo y así poder mejora el su cargabilidad del sistema, reducir pérdidas de potencia. En la Tabla a continuación se muestra la capacidad propuesta para la cantidad usuarios conectados al mismo.

**Tabla N° 14** Capacidad de transformadores propuestos.

Cantidad	Nro. equipo	VA (V)	VB (V)	VC (V)	Id. Equipo	Consumo en (kWh/mes)	# de clientes	Capacidad en kVA propuesto
1	7624	115,7			1C37,5T	11228	45	50
2	4307		115		1C37,5T	14828	71	75
3	610	112,6			1A10T	5518	32	25
4	646		113,6		1A5T	2386	23	15
5	655	114,6			1C5T	2268	2	15
6	5972			112,8	1C5T	1472	17	10
7	636	114,8			1C15T	11859	128	50
8	61967_MTA-1		114,3		1C5T	1805	1	15
9	5105	117			1C25T	11545	46	50
10	585	114,2			1C10T	3012	27	15
11	4327			117,7	1C15T	8369	81	37,5
12	713		115,6		1C5T	2050	4	10
13	864	112,1			1C10T	4366	42	25
14	3739	113,3			1A15T	4978	21	25
15	152366	105,5			1C5T	3039	1	15
16	152365	108,8			1C5T	1585	3	10
17	450	106,8			1C5T	2539	1	15

**Realizado por:** Autores.

De igual manera se optó por el cambio del calibre del conductor ACSR 2 existente por el ACSR 1/0 recomendado, con el objeto de mejorar la cargabilidad de la línea.

**Tabla N° 15** Conductor recomendado.

Cantidad	Nombre alim.	ID dispositivo Protección	Nombre tramo Inicio	ID Tramo Fin	Conductor Actual	Conductor Recomendado
1	ALIM-PJS1	19675_MTA	I19676_MTA	I19676_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	ACSR.1/0,NONE,NONE,ACSR.1/0,1CP,A,10
2	ALIM-PJS1	20536_MTA	I20537_MTA	I20537_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	NONE,ACSR.1/0,NONE,ACSR.1/0,1CP,B,10
3	ALIM-PJS1	62407_MTA	I62406_MTA	I62406_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	NONE,NONE,ACSR.1/0,ACSR.1/0,1CP,C,10
4	ALIM-PJS1	20582_MTA	I20583_MTA	I20583_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	NONE,ACSR.1/0,NONE,ACSR.1/0,1CP,B,10
5	ALIM-PJS1	20293_MTA	I20294_MTA	I20294_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	NONE,ACSR.1/0,NONE,ACSR.1/0,1CP,B,10
6	ALIM-PJS1	10604_MTA	I10605_MTA	I10605_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	ACSR.1/0,NONE,NONE,ACSR.1/0,1CP,A,10
7	ALIM-PJS1	10621_MTA	I10622_MTA	I10622_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	NONE,ACSR.1/0,NONE,ACSR.1/0,1CP,B,10
8	ALIM-PJS1	83551_MTA	I81914_MTA	I81914_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	NONE,ACSR.1/0,NONE,ACSR.1/0,1CP,B,10

**Realizado por:** Autores.

También para la reducción de las pérdidas y tener la óptima operación en los sistemas de distribución, es que el crecimiento de la demanda eléctrica satisfaga de manera óptima por medio de la implementación de elementos al sistema que sea técnicamente y económicamente rentable.

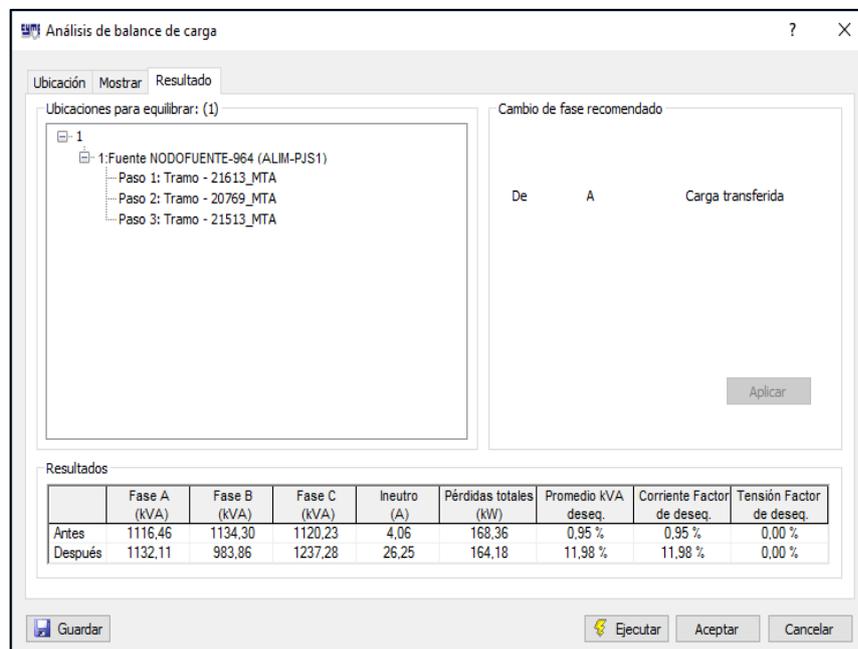
Por tal motivo se puede optar por diversas metodologías, con el fin de minimizar las pérdidas técnicas en el sistema de distribución, en los cuales se puede mencionar el balance de carga, implementación de banco de condensadores, reguladores de voltaje, cambio de calibre conductores y la reconfiguración de la línea.

De las técnicas mencionadas en anterioridad a implementar en el análisis del alimentador se realizó en primer lugar el Balance de Carga y por siguiente se optó por la implementación de banco de condensadores, recomendadas por la dirección de planificación de la Empresa Eléctrica Provincia de Cotopaxi ELEPCO S.A.

- **Acción Correctiva 2: Balance de Carga**

Para realizar el balance se empleó el programa Cymdist, procediendo a ejecutar un balance de carga al alimentador con el objetivo hallar una configuración apropiada de conexiones de cargas para las tres fases del sistema, de manera garantizar que la circulación de corriente pueda ser similares.

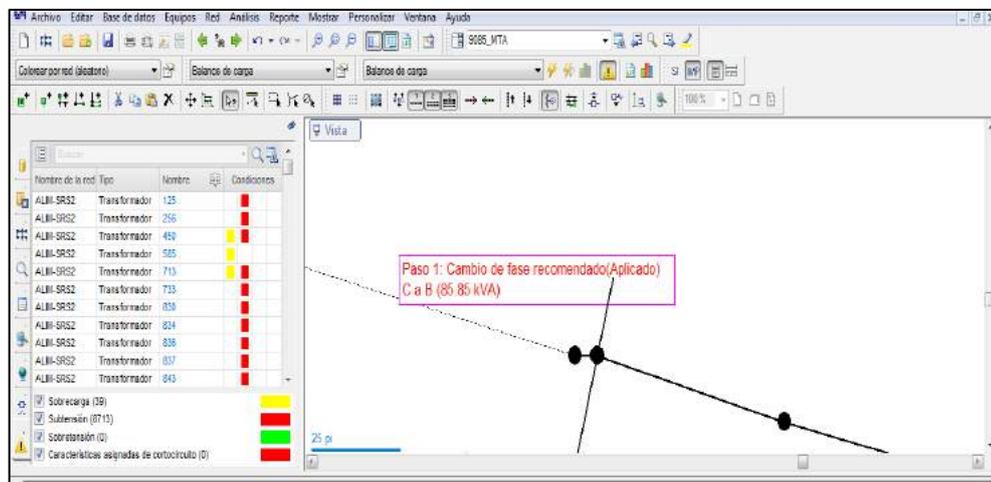
**Figura N° 12** Análisis de balance de carga en el alimentador condición actual.



**Realizado por:** Autores.

En la Figura N° 13, se observa una captura donde se puede elegir las opciones que tiene el programa para realizar su análisis de acuerdo con las condiciones del alimentador, en este caso se optó por minimizar las pérdidas, posteriormente el programa CYMDIST analiza el balance de carga y desprende reportes de las posibles soluciones adecuadas para el alimentador.

**Figura N° 13** Posibles soluciones en balance de carga condición actual.



**Realizado por:** Autores.

En la Tabla N° 16, se observa los resultados del Alimentador Pujili Salida N° 1, permitiendo detallar como fue el balance carga entre sus fases obtenido el siguiente equilibrio de la FASE C a B 86,65kW, de la FASE B a C 237,54kW y por último de la FASE C a A de 17,6kW, teniendo un resultado muy favorable debido a que se reduce considerablemente las pérdidas en alimentador.

**Tabla N° 16** Reporte general del balance carga condición actual.

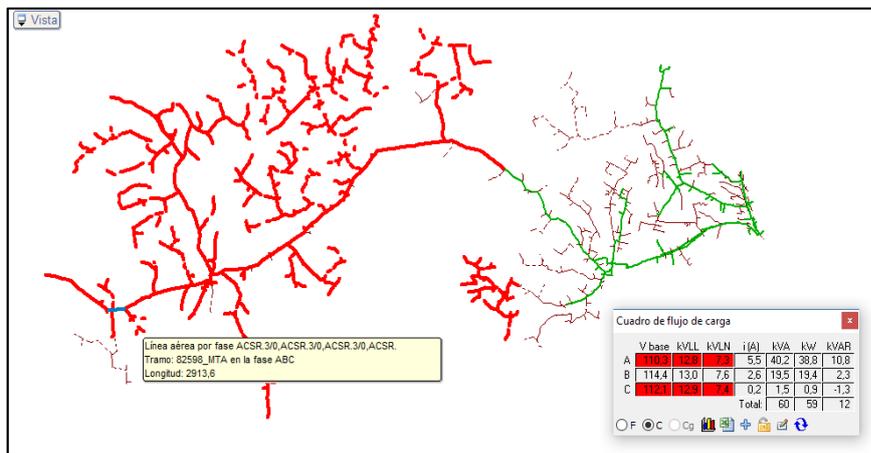
Nombre del tramo	Cambio de fase (kVA)				Fase A	Fase B	Fase C	Ineutral	Pérdidas totales	Promedio	Corriente	Tensión
	A	B	C		(kVA)	(kVA)	(kVA)	(A)	(kW)	kVA deseq.	Factor de deseq.	Factor de deseq.
*21613_MTA			a B	Antes	1116,46	1134,3	1120,23	4,06	168,36	0,95%	0,95%	0,00%
			86,65	Después	1119,71	1226,97	1021,27	23,85	166,56	9,29%	9,29%	0,00%
*20769_MTA		a C		Antes	1119,71	1226,97	1021,27	23,85	166,56	9,29%	9,29%	0,00%
		237,54		Después	1118,43	984,38	1256,43	28,03	165,21	12,21%	12,21%	0,00%
*21513_MTA			a A	Antes	1118,43	984,38	1256,43	28,03	165,21	12,21%	12,21%	0,00%
			17,6	Después	1132,11	983,86	1237,28	26,25	164,18	11,98%	11,98%	0,00%

**Realizado por:** Autores.

### Flujo de Carga del Alimentador

Después de haber realizado el balance de carga en condiciones actuales al alimentador, se puede obtener una reducción de pérdidas permitiendo mejorar a un más las condiciones de operación de la red y disminuir los tramos que estaban en condiciones de sobrecarga como se puede ver el Figura N° 14, de esa forma se puede evidenciar mejorías.

**Figura N° 14** Flujo de Carga del alimentador con balance carga condición actual.

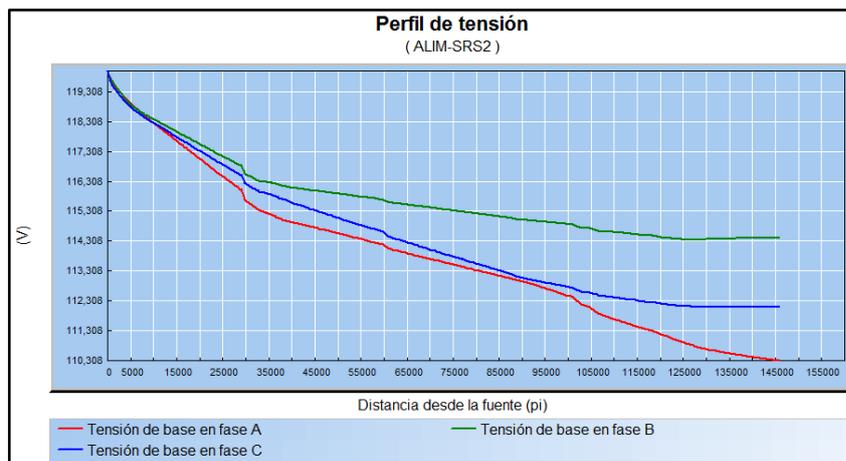


Realizado por: Autores.

### Perfil de voltaje

Luego de haber culminado el balance de carga, también se obtuvo de los reportes el perfil de voltaje del alimentador, pudiendo evidenciar una mejoría en la fase A aguas abajo, pero niveles de voltaje siguen siendo inadecuados para los usuarios en dichos tramos.

**Figura N° 15** Perfil de voltaje con balance de carga en condición actual.



Realizado por: Autores.

## Pérdidas Totales

La Tabla N° 17, se resume el estado actual de las pérdidas del sistema luego de realizar el balance de carga, en las cuales se puede decir que es notable en equilibrio de las cargas en cada fase del alimentador teniendo un antes y después, con el balance si se llega a reducir las pérdidas, pero no es la solución a los problemas en este alimentador con tan solo una reducción de 4,18 kW debido que es sistema continua con tramos, cargas, transformadores sobrecargados y los niveles de voltajes no son los adecuados en cuanto a la calidad de servicio eléctrico.

**Tabla N° 17** Reporte total de las pérdidas con balance de carga en condición actual.

Reporte de la carga de los alimentadores-Balance de Carga								
	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Ineutro (A)	Pérdidas tota (kW)	Promedio kVA deseq.	Corriente Factor de deseq.	Tensión Factor de deseq.
Antes	1116,46	1134,3	1120,23	4,06	168,36	0,95%	0,95%	0,00%
Después	1132,11	983,86	1237,28	26,25	164,18	11,98%	11,98%	0,00%

**Realizado por:** Autores.

## Determinación de lo kW/h de pérdidas durante el período

Para el cálculo de los kW/h pérdidas durante el periodo se empleó la fórmula propuesta por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), de igual manera se requiere el reporte de las pérdidas totales en kW del alimentador a demanda máxima como se muestra en la Tabla N° 17, de esa manera se obtiene las siguientes pérdidas con el balance carga:

**Tabla N° 18** Valor de pérdidas en el período con balance de carga condición actual.

Cálculo Pérdidas con Balance de Carga	
<p><b><i>kWH de Pérdidas durante el periodo</i></b>  <math>= fp * kW \text{ Maximo de Pérdidas } * \# \text{ de horas del periodo}</math></p>	
52126,21	kWh/mes
4951,99	\$/mes

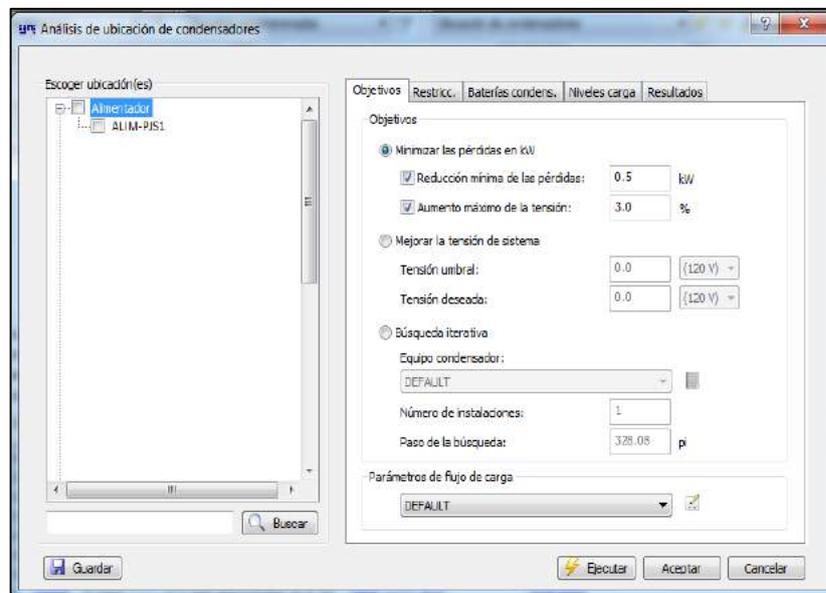
**Realizado por:** Autores.

En la Tabla N° 18, se resumen el valor de pérdidas totales mensuales a demanda máxima del alimentador obteniendo 52126,21 kWh/mes, este valor multiplicado por el costo del kWh/mes de 0,095 para este tipo de consumidores se obtiene el valor de 4951,99 \$/mes por dichas pérdidas técnicas existente en el alimentador, obteniendo una reducción considerable de pérdidas en comparación cuando teníamos el estudio en condiciones actuales.

- **Acción Correctiva 3: Implementación de Bancos De Condensadores**

### Ubicación de Condensadores

**Figura N° 16** Análisis de Ubicación de condensadores.



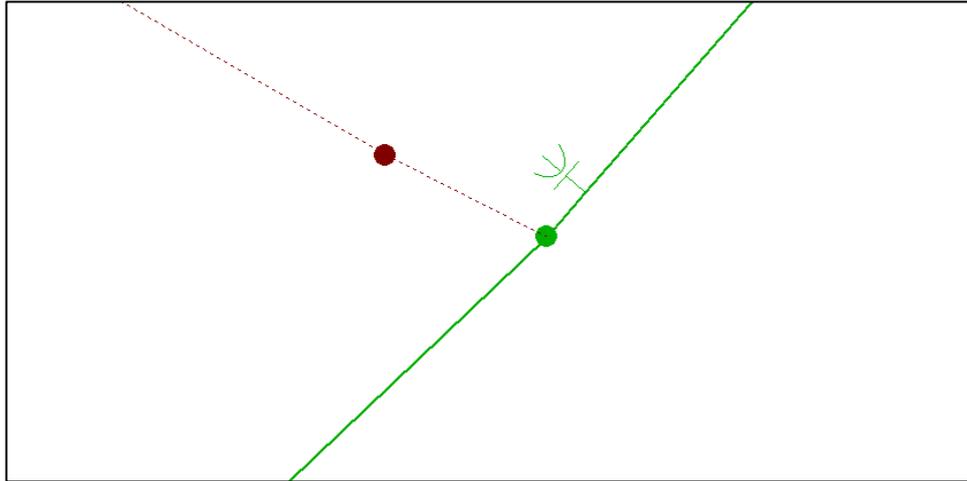
**Realizado por:** Autores.

En este escenario de acciones correctivas se optó por la ubicación de banco de condensadores a lo largo del alimentador en los nodos de la red de distribución, de manera tal que se pueda reducir las pérdidas de energía, liberar capacidad del sistema, mejorando los perfiles de voltaje y basándose en la regulación 004/01 la calidad de servicio.

Las recomendaciones prácticas para una correcta ubicación de capacitores se tiene el método más popular para la localización de un banco de capacitores la cual es de  $2/3$  de la demanda del alimentador en momentos de demanda pico, esto resulta ser viable si tenemos las cargas suficientemente uniformes.

Para el alimentador en estudio no aplica este método  $3/4$  de la longitud del alimentador comúnmente conocido al momento de aplicar banco de capacitores porque a lo largo del alimentador se presentan cargas discontinuas y muy variable de manera se instalaron en lugares de fácil acceso y, sobre todo donde se encuentra la máxima concentración de cargas en las troncales y sus derivaciones con cargas más representativas.

**Figura N° 17** Implementación del banco de capacitores en la troncal.



**Realizado por:** Autores.

En todo el alimentador se optó en implantar 3 bancos de capacitores, teniendo resultados favorables con la calidad de servicio, y tratando de minimizar las pérdidas a lo largo del alimentador.

**Tabla N° 19** Resultado para los tramos de implantación de banco de capacitores.

Zona	Ubicación cond #1	Reducción de pérdidas [kW]	Reducción de pérdidas [%]	Ubicación peor tensión	Fase Peor tensión	Tensión [V]	Aumento de tensión [V]	Aumento de tensión [%]
No definido	29547_MTA	-1,22	-0,78	IMTA_L_82728	A	95,88	1,06	1,11
No definido	137655_MTA	-0,5	-0,32	IMTA_L_82728	A	95,85	1,03	1,09
No definido	62499_MTA	0,87	0,56	IMTA_L_82728	A	94,85	0,03	0,03

**Realizado por:** Autores.

Los resultados obtenidos del reporte de la ubicación de bancos de capacitores detallan los siguientes en los tramos 29683\_MTA reduciendo pérdidas de 1,22kW, el 137606\_MTA reduciendo pérdidas de 0,5kW y finalmente en el tramo 137752\_MTA reduciendo pérdidas de 0,87kW siendo estos tramos los más críticos y viables para la ubicación de estos bancos.

Conociendo los tramos donde se planea implementar los bancos de capacitores según el programa Cymdist, se puede describir geográficamente el lugar donde se instalarán estos equipos siendo los siguientes:

Figura N° 18 Primer tramo para ubicación del Banco de capacitores.



Realizado por: Autores.

Figura N° 19 Segundo tramo para ubicación del Banco de capacitores.



Realizado por: Autores.

**Figura N° 20** Tercer tramo para ubicación del Banco de capacitores.

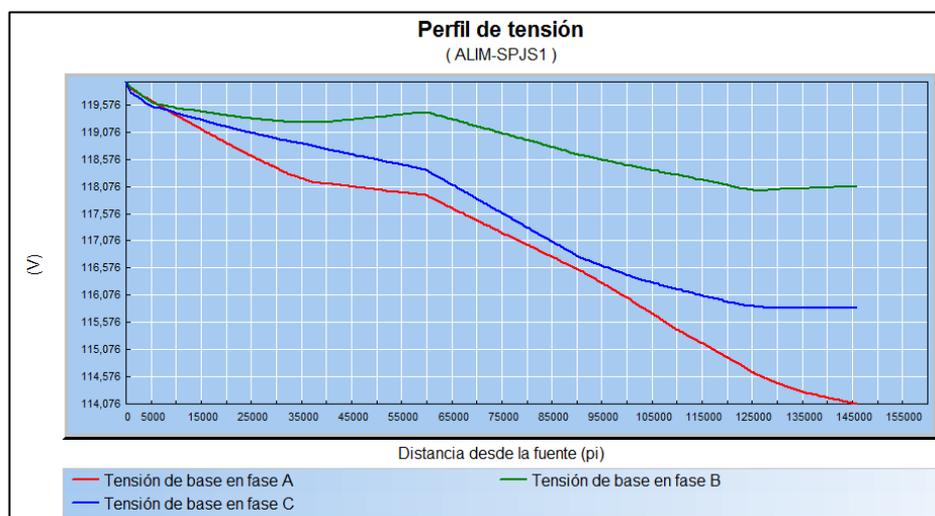


**Realizado por:** Autores.

### Perfil de voltaje

Posterior al instalar el banco de capacitores en los tramos necesarios del alimentador, comprobamos que se redujo las caídas de voltaje, pérdidas técnicas y mejoramos así el perfil de la línea aguas abajo.

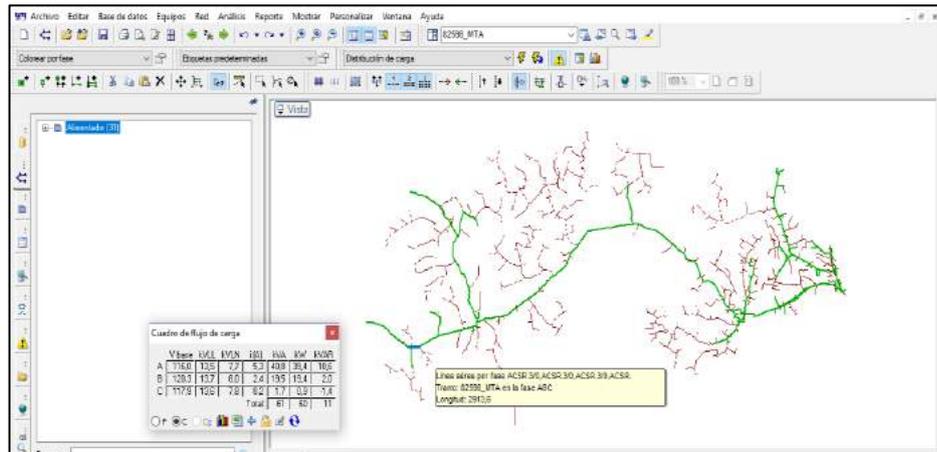
**Figura N° 21** Perfil de voltaje del alimentador con banco de capacitores.



**Realizado por:** Autores.

## Flujo de carga del Alimentador

Figura N° 22 Simulación y verificación de los voltajes.



Realizado por: Autores.

A través de la implementación del banco de capacitores, el perfil de la línea tiene su modificación favorable, ya que afianzamos mejorar la calidad de servicio teniendo un voltaje en la FASE A, 116,0V, en la FASE B, 120,3V, en la FASE C, 117,9V respectivos en demanda máxima del alimentador.

## Pérdidas Totales

La Tabla N° 20, se resume el estado de las pérdidas del sistema luego de implementar capacitores al sistema, teniendo reducción de las pérdidas en el alimentador de 11,42 kW.

Tabla N° 20 Reporte total de las pérdidas con implementación de banco de capacitores.

Reporte de la carga de los alimentadores-Implementacion de Banco de Capacitores								
Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	kVA	FP (%)	kW	FP (%)	kVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-SPJS1	3264,95	98,7	4966,5	98,7	350,27	44,8	156,94	44,8
<b>Total</b>	<b>3264,95</b>	<b>98,7</b>	<b>4966,5</b>	<b>98,7</b>	<b>350,27</b>	<b>44,8</b>	<b>156,94</b>	<b>44,8</b>

Realizado por: Autores.

## Determinación de los kW/h de pérdidas finales

Para el cálculo de los kW/h pérdidas finales durante el periodo se empleó la fórmula propuesta por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), de igual manera se requiere el reporte de las pérdidas

totales en kW de la Tabla N° 20 a demanda máxima después de realizar la implementación del banco de capacitores, de esa manera se obtiene las siguientes pérdidas finales:

**Tabla N° 21** Valor de pérdidas en el período con la implementación de banco de capacitores.

<b>Cálculo Pérdidas con Banco de Capacitores</b>	
<i>kWh de Pérdidas durante el periodo</i> = $f_p * kW \text{ Maximo de Pérdidas} * \# \text{ de horas del periodo}$	
49827,55	kWh/mes
4733,62	\$/mes

**Realizado por:** Autores.

En la Tabla N° 21, se resumen el valor de pérdidas totales mensuales a demanda máxima del alimentador obteniendo 49827,55 kWh/mes, este valor multiplicado por el costo del kWh/mes de 0,095 para este tipo de consumidores se obtiene el valor de 4733,62 \$/mes por dichas pérdidas técnicas existente en el alimentador, obteniendo un poco reducción de pérdidas pero mejorando la calidad de servicio con la implementación de banco de capacitores, en comparación cuando teníamos el estudio en condiciones actuales.

### **Proyección de la Demanda Para el Año 2025**

Para la proyección de la demanda se recopiló desde la base datos de la empresa eléctrica provincial Cotopaxi directamente del área de planificación, datos tomados del 2017 año considerado como base, dicha información fueron obtenida del sistema de medición a través del medidor industrial ION-8600 el mismo que registra la demanda que se genera en la cabecera del alimentador. Los datos recopilados permitirán realizar la proyección de la demanda mediante datos históricos y así poder observar cómo va creciendo la energía y potencia a medida que va creciendo la carga en los tramos del alimentador Pujili Salida 1.

- **Proyección de la Demanda Mediante Cálculo**

Es importante mencionar que al contar con datos históricos es necesario aplicar tasa de crecimiento de la demanda formulada por (Samuel Ramírez Castaño, 2014), de esta manera una forma que permite conocer de qué manera va creciendo la demanda como se indica a continuación:

**Tasa de crecimiento aritmético**

$$r = \sqrt[n]{\frac{Dn}{Do}} - 1$$

**Tasa de crecimiento aritmético**

$$r = \frac{\frac{Dn}{Do} - 1}{n}$$

De esta manera se puede obtener la tasa de crecimiento de la demanda si no se cuenta con ella, luego para la proyección de la demanda se considera una tasa de crecimiento que se encuentra en el plan maestro de electrificación 2012-2022, un porcentaje establecido de tasa de crecimiento de la potencia del 6% y para la energía un promedio del 5%. Con estos datos se procede a proyectar la demanda.

**Tabla N° 22** Tasa de crecimiento de la demanda.

TASA DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA		
Variable	Demanda	Crecimiento [%]
Potencia Maxima Coincidente [MW]	3207	6%
Energía [MWh]	19534	5%

**Realizado por:** Plan maestro de electrificación 2012-2022.

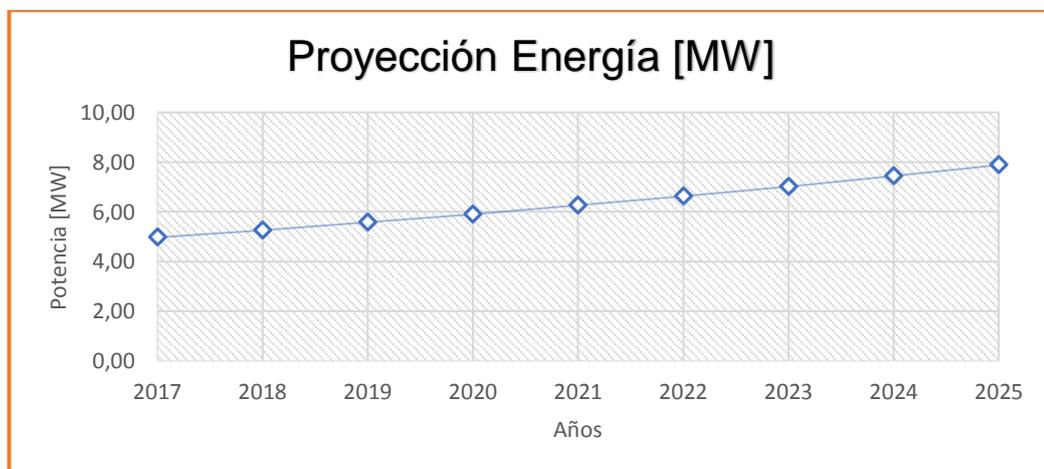
En la Tabla N° 23 y 24, se muestra la proyección de la potencia y energía desde 2017 hasta el año 2025.

**Tabla N° 23** Datos de potencia proyectada.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total Energía [MW]	4,97	5,26	5,57	5,91	6,26	6,63	7,02	7,44	7,88

**Realizado por:** Autores.

**Figura N° 23** Línea de tendencia de la demanda proyectada.

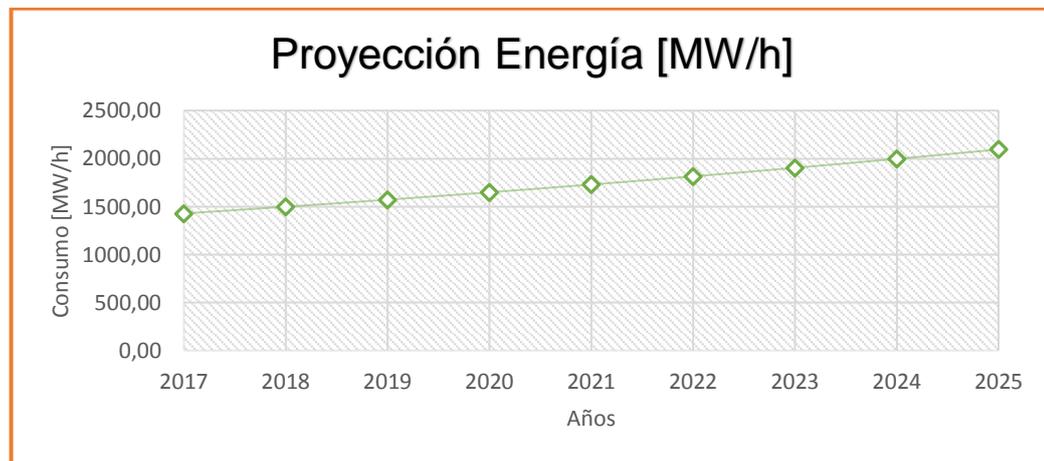


**Realizado por:** Autores.

**Tabla N° 24** Datos de la energía proyectada.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total Energía [MW/h]	1427,81	1497,91	1571,46	1648,62	1729,57	1814,49	1903,58	1997,05	2095,10

**Realizado por:** Autores.

**Figura N° 24** Línea de tendencia de la Energía proyectada.

**Realizado por:** Autores.

En las Tablas y Figuras anteriores de la energía y potencia del año base proyectada hasta el año 2025, se puede evidenciar la línea de tendencia que va incrementando porcentualmente año tras año en el alimentador.

- **Proyección de la Demanda Mediante CYMDIST**

Esta proyección permite definir cuantitativamente la demanda futura del alimentador para el año 2025, con el objetivo de satisfacer la carga futura que ingrese en cada periodo de tiempo y a la vez conocer el comportamiento de la demanda eléctrica y la curva de carga del sistema.

Esta proyección también permite evidenciar las pérdidas, estado del sistema, perfiles de voltaje, y los inconvenientes que generaría si no se toma acciones correctivas para disminuir estos problemas en un futuro. Por tal motivo se realizó la proyección de la demanda del alimentador con una tasa de crecientito del 6 % emitido por el ARCONEL para demanda en kW permitiendo conocer el estado del alimentador N° 1 perteneciente a la subestación Pujilí en un futuro.

Para realizar la proyección se empleó el programa Cymdist, donde en pantalla de factores de carga se ingresó datos como tasa de crecimiento para los diferentes tipos de carga existentes en el sistema y el año final de proyección como se puede observar en la Figura N° 25.

**Figura N° 25** Proyección de demanda aplicando factores.

**Realizado por:** Autores.

Del análisis de crecimiento de la demanda para el año 2025, en el reporte para ese año se obtuvo 873,89kW a demanda máxima pudiendo evidenciar en la Tabla N° 25, permitiendo conocer claramente el aumento considerable de las pérdidas en sistema y que la demanda sufrió cambios debido a alteraciones debido a factores que incidieron directamente en el pronóstico de la demanda como: los hábitos de consumo, crecimiento demográfico, densidad de carga, PIB, clima, etc.

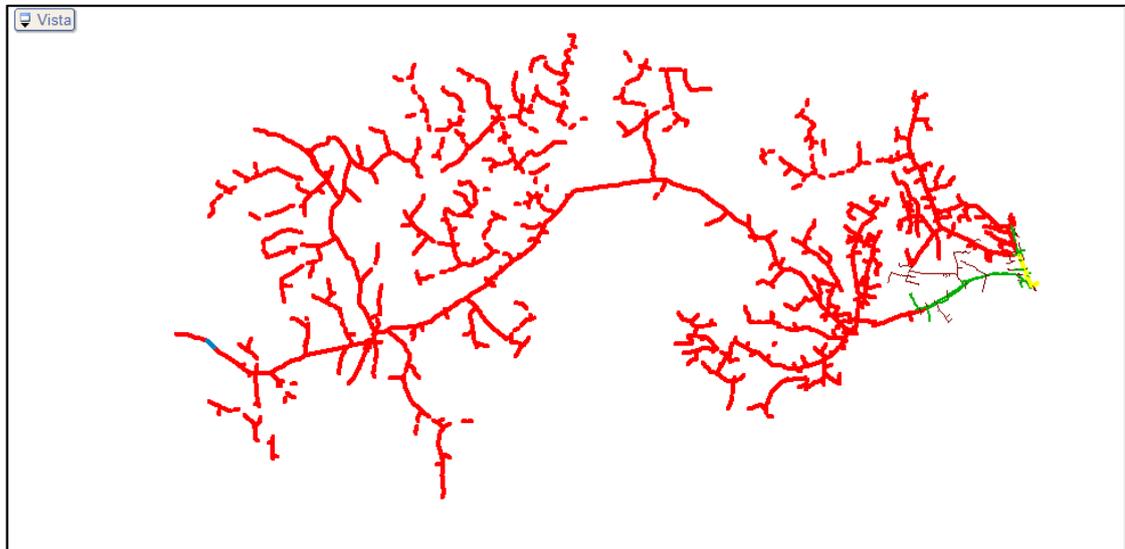
**Tabla N° 25** Reporte de la Proyección de la demanda del Alimentador.

Reporte de la Proyección de la Demanda desde 2017 al 2025								
Subestación: SPJS1 :								
Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	kVA	FP (%)	kW	FP (%)	kVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-SPJS1	8302,53	96,16	7906,61	96,16	2192,87	39,85	873,89	39,85
<b>Total</b>	<b>8302,53</b>	<b>96,16</b>	<b>7906,61</b>	<b>96,16</b>	<b>2192,87</b>	<b>39,85</b>	<b>873,89</b>	<b>39,85</b>

**Realizado por:** Autores.

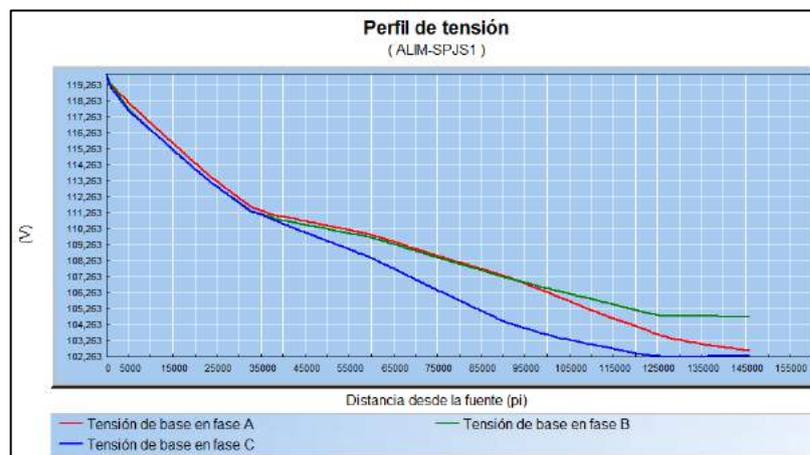
De la proyección de la demanda también se obtuvo el escenario futuro del alimentador mostrado en la Figura N° 26, ya claramente se puede evidenciar un aumento de problemas en los transformadores, conductores y en las mismas cargas conectada al sistema.

**Figura N° 26** Escenario futuro del alimentador.



**Realizado por:** Autores.

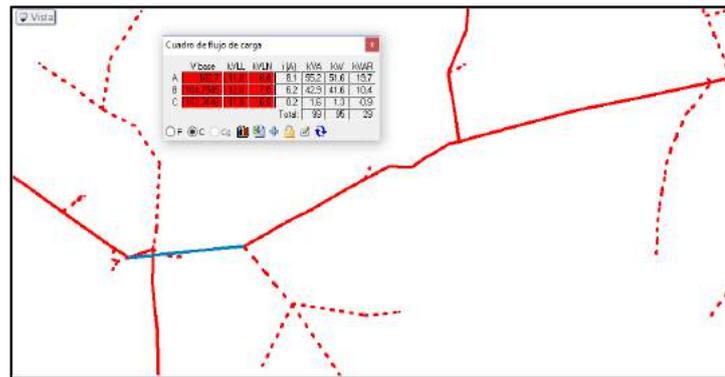
**Figura N° 27** Escenario futuro del perfil de voltaje.



**Realizado por:** Autores.

En el Figura N° 27, se muestra el perfil de voltaje para el año 2025 evidenciando claramente variaciones significativas de voltaje en los tramos finales debido a que el alimentador las corrientes fueron aumentaron considerablemente.

**Figura N° 28** Escenario futuro del nivel de voltaje.



**Realizado por:** Autores.

En las Figura N° 28, se muestra el nivel de voltaje por las fases para el año de proyección, teniendo como resultado en la FASE A 102,7V, FASE B 104,75V y en la FASE C 102,34V. Considerando que para ese año esos niveles de voltaje sería muy baja debido a que no se encuentra en los límites permitidos por el ARCONEL en cuanto a la calidad de servicio que se brinda a los usuarios de tal tipo.

## 12. IMPACTOS

### Impacto técnico

Dentro de nuestro análisis nuestra propuesta tiene un sustento técnico, debido a que los resultados obtenidos fueron el resultado de contar con datos actualizados que fueron proporcionados por la empresa eléctrica provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A), ayudándonos a obtener un diagnóstico total el estado actual del sistema en lo que tiene que ver con las pérdidas técnicas, caídas de voltaje, estado de los transformadores, calibre de conductores, etc. Desde el punto de salida de la subestación Pujilí hasta los tramos más lejanos del alimentador.

### Impacto social

Dentro del impacto social se ve reflejado mucho más en la calidad de energía eléctrica que se suministra a cada uno de los usuarios tanto residenciales, comerciales e industriales de los sectores de Zumbahua, Isinche y la victoria.

### Impacto Ambiental o económico

En la parte ambiental este análisis permite reducir las pérdidas técnicas en el alimentador Pujilí salida 1 de 6,78% ver (**Tabla N° 28**), además con el diagnóstico del estado del alimentador

aumentará la vida útil de los transformadores, conductores; la cual ayudará a reducir costos por mantenimiento en los ramales del alimentador permitiendo brindar una buena calidad de servicio.

## Valoración Económica y Presupuesto para Implementar la Propuesta

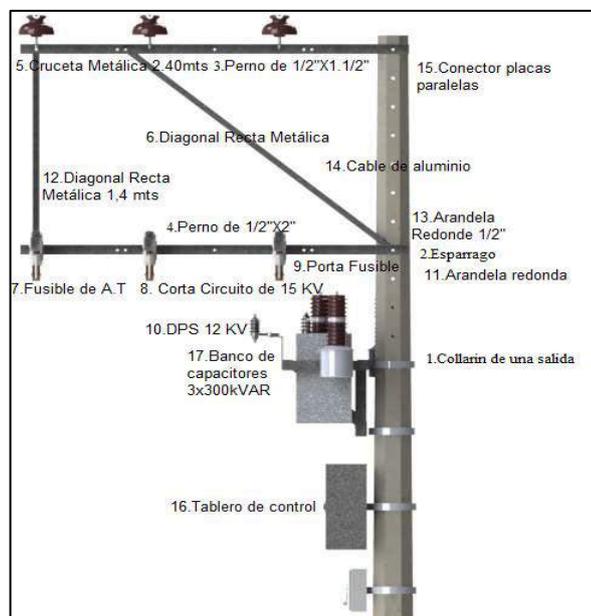
### Costos de Material y Mano De Obra

Todo proyecto que necesitamos emprender necesariamente debe estar presente un análisis económico ya que con ellos nosotros podemos ver si es factible o no cualquier emprendimiento.

Entonces por tal razón nosotros para la elaboración del presupuesto se consideró algunos aspectos considerados para la instalación propia del banco de condensadores tales como accesorios para redes aéreas, conductores, equipos de seccionamiento y protección para redes de distribución, herrajes, etc. Mientras tanto para el análisis de costo de la mano de obra se tomó en cuenta los precios fijados dentro de la contraloría general del estado para el personal acorde a este tipo de trabajo.

A continuación, se muestra en las Tablas siguientes los costos de los materiales si se efectuara dicha propuesta, tener en cuenta que este costo es solo de un banco de condensador tipo automático considerados como los más empleados dentro de los sistemas eléctricos de potencia por su alta confianza y eficiencia.

**Figura N° 29** Listados de materiales y estructuras.



**Realizado por:** Autores.

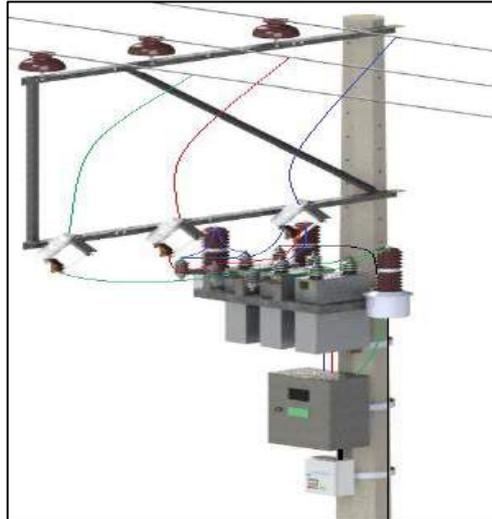
En la Tabla N° 26 y 27, se muestran los costos que tendrían la implementación de la propuesta con un valor de 6254,696 \$ en materiales y 181,41\$ por mano de obra al día. Debido a que son 3 tramos que serían necesario la implementación de estos bancos de capacitores el valor de materiales sería de 18764,088 \$; mientras tanto dentro del costo de mano de obra existiría un aumento considerablemente si fuera necesaria más días de trabajo para la instalación y adecuación de estos equipos.

**Tabla N° 26** Costo de Materiales

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Ítem	N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>MATERIALES</b>	1	Collarín de una salida 9" - 10" (229x254 mm), una salida tipo pesado	C/U	4	8,18	32,72
	2	esparrago de 5/8"x14"	C/U	1	2,27	2,27
	3	perno de 1/2"x1.1/2"	C/U	1	2,17	2,17
	4	perno de 1/2"x2"	C/U	3	2,31	6,93
	5	cruceta metálica de 2.40 mt (2 1/2"x2 1/2"x1/4")	C/U	2	43,56	87,12
	6	Diagonal recta metálica de 2.16 mt acero galvanizado	C/U	2	17,86	35,72
	7	Fusible de alta tensión (10 – 80) amp. 15 kv	C/U	3	49,53	148,59
	8	cortacircuito de 15 kv	C/U	3	978,4	2935,2
	9	Porta fusible bola 15 kv 100 a	C/U	3	114	342
	10	DPS 12 kv 10 kA con válvula de expulsión	C/U	3	82,5	247,5
	11	Arandela redonda de 5/8"	C/U	2	2,27	4,54
	12	Diagonal recta metálica 1,4 mt	C/U	2	2,38	4,76
	13	Arandela redonda de 1/2"	C/U	5	0,69	3,45
	14	Cable aluminio aislado # 2 awg	M	21	5,04	105,84
	15	Conector placas paralelas	C/U	3	1,67	5,01
	16	Tablero de control	C/U	1	45	45
	17	Banco de condensadores 3x300 kVAR	C/U	1	1.510,16	1510,16
<b>PUESTA A TIERRA</b>	18	Conductor bajante plano tipo fleje de acero inoxidable 304 7/8"x1.2mmx11m	M	1	1,4	1,4
	19	Conductor plano tipo fleje de acero inoxidable 304 carcasa del transformador de 1 m x 7/8" x 1.2 mm	M	1	1,42	1,42
	20	Conductor plano tipo fleje de acero inoxidable 304 entre DPS de 2.2 m x 7/8" x 1.2mm	M	1	1,42	1,42
	21	Electrodo tipo varilla de acero inoxidable 304, de 2,4 m x 10 mm de diámetro	C/U	1	13,2	13,2
	22	Abrazadera de acero inoxidable 304 de 3/8" x 1,5 m x 0,70 mm	C/U	6	4,16	24,96
	23	Conector fleje - varilla en acero inoxidable 304 ajustable con tornillo 10 - 14mm.	C/U	1	2,43	2,43
	24	Conector fleje - fleje ajustable mediante perno con cabeza hexagonal de 3/16" acero inoxidable 304.	C/U	1	3,96	3,96
	25	Conector DPS - fleje ajustable mediante perno con cabeza hexagonal de 3/16" acero inoxidable 304.	C/U	2	8,39	16,78
<b>COSTO</b>					SUBTOTAL	5584,55
					IVA 12%	670,146
					<b>TOTAL</b>	<b>6254,696</b>

Realizado por: Autores.

**Figura N° 30** Estructura y conexión del banco de capacitores tipo poste.



**Realizado por:** Autores.

**Tabla N° 27** Costo de mano de obra

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA					
ESTRUCTURAS M.V BANCO CAPACITORES		RENDIMIENTO/HORA	2		
<b>PERSONAL</b>	<b>TRABAJADOR</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/DIA</b>
	Jefe de Grupo		1	4,45	35,59
	Liniero		2	8,44	67,53
	Liniero ayudante		1	4,18	33,46
	Peón jornalero		1	4,18	33,46
	Chofer		1	4,22	33,76
	Costo mano de obra			25,47	203,80
	Costo unitario mano de obra			12,737	101,900
<b>EQUIPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/DIA</b>
	Camioneta (2 toneladas)		1	11,17	89,37
	Herramientas		1	1,53	12,23
	Costo unitario equipos transporte			5,586	44,686
	Costo unitario herramientas			0,764	6,114
<b>COSTOS</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>19,09</b>	<b>152,70</b>
	<b>INDIRECTOS</b>			<b>1,91</b>	<b>15,27</b>
	<b>UTILIDAD</b>			<b>1,68</b>	<b>13,44</b>
	<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>22,68</b>	<b>181,41</b>

**Realizado por:** Autores.

### **Costos por Reducción Pérdidas Técnicas.**

En la Tabla N° 28, se puede observar los resultados finales del análisis de alimentador en su estado actual y sus correcciones posteriores, dando como resultado un antes y un después.

- En el antes se puede mencionar que la pérdida arrojada de los reportes de la modelación del alimentador nos da un valor de 168,36 kW, este valor representa que en el alimentador existen de pérdidas técnicas debido a que en el mismo sistema se encuentran conectadas cargas con transformadores, conductores sobrecargados y transformadores sobredimensionados demostrando que en estos sectores estratégicos la calidad de servicio es baja para los usuarios.
- En el después se puede mencionar, que la propuesta realizar un balance de carga a nivel de circuito primario en el software Cymdist, este análisis permitió equilibrar las potencias en las fases existentes en el sistema y a la vez un método muy importante en la reducción de pérdidas, equilibrio de potencias, voltajes y corrientes. Dando como resultados una reducción del 4,18kW permitiendo mejorar el estado del alimentador y los perfiles de voltaje.
- La segunda acción correctiva fue la implementación de banco de capacitores debido a que con el balance de carga no se logró mejorar la calidad de servicio eléctrico, permitiendo con esta implementación mejorar el sistema como los perfiles de voltaje, minimizando aun las pérdidas y finalmente mejorando la calidad de servicio eléctrico.
- Finalmente, con este análisis se logró reducir un 6,78 % de pérdidas en el alimentador permitiendo mejorar la cargabilidad del sistema, y reduciendo pérdidas económicas para la empresa distribuidora en un 7% al mes, aunque no se redujo mucho las pérdidas en el sistema, pero la ventaja es que se mejoró los niveles de voltaje que contaban los usuarios de sectores más céntricos del alimentador.

Tabla N° 28 Costos por reducción de pérdidas.

COSTO POR REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN EL ALIMENTADOR												
Pérdidas Totales			Reducción [kW]	Nivel de Voltaje			kWh de Pérdidas durante el Período en el mes			Reducción		
				Fase	[kV]	[V]						
Estado Actual	168,36	[kW]	11,42	A	12,90	111,40	A N T E S	kWh/mes	53453,33	kWh/mes	3625,78	
				B	13,10	115,20		\$	5078,07			
				C	12,80	110,20						
P R O P U E S T A	Balance de Carga	164,18		[kW]	A	12,80	110,30	A N T E S	kWh/mes	52126,21	kWh/mes	7%
					B	13,00	114,40		\$	4951,99		
					C	12,90	112,10					
Implementación de Capacitores	156,94	[kW]		6,78%	A	13,50	116,00	D E S P U É S	kWh/mes	49827,55	Ahorro en \$/mes	344,45
					B	13,70	120,00		\$	4733,62		
					C	13,60	117,90					

Realizado por: Autores.

### Análisis Costo Beneficio

De acuerdo con (CreceNegocios, 2013), menciona que: El análisis costo - beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria.

Mientras que la relación costo - beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

$$CB = \frac{VAI}{VAC}$$

Dónde:

- CB = Relación costo beneficio
- VAI = Valor actual de inversión
- VAC = Valor actual de los costos

Según el análisis costo - beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo - beneficio es mayor que la unidad.

$B/C > 1 \rightarrow$  el proyecto es rentable

De tal manera se empleó la fórmula antes menciona y se obtuvo los siguientes resultados que se detallan en la Tabla N° 29.

**Tabla N° 29** Relación costo beneficio.

<b>RELACIÓN COSTO BENEFICIO</b>	
Costo por Materiales	18764,088
Costo Mano de Obra	544,23
<b>COSTO TOTAL DE INVERSIÓN POR 3 BANCOS DE CAPACITORES</b>	
19308,318	
Ahorro pérdidas	20667
<b>Índice costo beneficio &gt; 1</b>	
1,070367704	
<b>Tiempo de recuperación (años)</b>	
5	

Realizado por: Autores.

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Previo al análisis del alimentador N°1 de la subestación Pujilí se realizó la recopilación de información necesaria de las condiciones de carga utilizados en la salida del alimentador proporcionada por el Departamento de Planificación de la Empresa Eléctrica Provincia de Cotopaxi ELEPCO S.A.
- Al contar con la base de datos necesarios del sistema, se procedió a organizar toda la información con ayuda de histogramas de frecuencias brindándonos muestras representativas de las demandas generadas en intervalos de tiempo por el registrador de demanda.
- Para determinación de la curva de carga del alimentador se tabulo datos necesarios en el paquete de Excel procediendo a graficar una curva representativa de los 6 meses, permitiendo conocer el comportamiento de la carga en ese periodo de tiempo.
- Se procedió también a calcular los parámetros de carga del alimentador empleando fórmulas, obtenido un factor de utilización del 0,3 dicho valor representa que el transformador de la S/E no presenta problemas, pero en un futuro puede variar mucho

su operación con el aumento de la carga. También se encontró el factor de carga del 0,6078 y factor de pérdidas del 44%.

- Las horas equivalentes de pérdidas se encuentran en 224,97H, dicho valor representa las horas necesarias para que se produzcan las pérdidas técnicas en alimentador.
- Mediante la información proporcionada de parte del departamento de planificación, se procede mediante el Cymdist a modelar todo el alimentador, logrando determinar calibres de conductores y transformadores sobrecargados en determinados tramos de la troncal del alimentador y que su manera de operación no son los adecuados para los usuarios, generando las pérdidas aguas abajo del sistema de 168,36kW. Con la corrida de flujos de igual manera se obtuvo los perfiles de voltaje permitiendo conocer que en los tramos más lejanos la caída de voltaje son altas por tal motivo la calidad de servicio eléctrico es muy baja.
- Con el propósito de reducir pérdidas en el alimentador N° 1 de la Subestación Pujilí se plantean acciones correctivas tales como balance de carga, implementación de banco de condensadores. Obtenido los siguientes resultados:
  - Con el balance de carga entre las fases se logró disminuir de 168,36kW a 164,18kW, consecuentemente la reducción considerable de pérdidas en el alimentador de 4,18kW.
  - La ubicación de banco de condensadores en los nodos de la red de distribución a lo largo del alimentador permite mejorar el nivel de voltaje, el factor de potencia, permitiendo reducir las pérdidas de energía, los resultados a ubicar en los tramos 29683\_MTA reduciendo pérdidas de 1,22kW, el 137606\_MTA reduciendo pérdidas de 0,5Kw y finalmente en el tramo 137752\_MTA reduciendo pérdidas de 0,87kW. finalmente se redujo hasta llegar al valor de 156,94kW que representaría una reducción del 6,78%.
- Para la proyección de la demanda se empleó los datos históricos del año 2017 y se procedió a graficar la tendencia que tendría la demanda, también se empleó el programa Cymdist como comparación de resultados de la proyección con una tasa de crecimiento del 6% para la demanda en kW, dicha proyección permitió conocer el comportamiento que tendría la carga para el año 2025.

## RECOMENDACIONES

- Para buen procesamiento de datos técnicos se recomienda utilizar histogramas de frecuencia debido a la gran cantidad de información del alimentador No.1 de la subestación Pujilí, que fue proporcionada por el departamento de planificación.
- Para la modelación se recomienda utilizar un solo paquete del programa Cymdist, debido a que los resultados no son similares en cada versión.
- Se recomienda el cambio del calibre del conductor, debido en que algunos tramos tienen calibre diferente, provocando caídas de voltaje y por ende el incremento de pérdidas con el propósito de mejorar la confiabilidad del alimentador.
- Para el desarrollo de la propuesta con fin de mejorar y reducir las pérdidas en el alimentador lo más aconsejable por el momento es realizar balance carga y posteriormente la implementación de banco de capacitores, debido que sería más factible y más económico que realizar la reconfiguración parcial y/o total del alimentador.
- Se recomienda utilizar el banco de condensadores automático trifásico debido a que son más eficientes, seguros y confiables, además fácilmente se ajusta a la demanda de potencia reactiva variable que exista en el alimentador.
- Con la proyección de demanda para el año 2025, se recomienda construir nuevos tramos, aumento de calibre de conductor en la troncal principal del alimentador y reducir las pérdidas.
- Finalmente, es de gran importancia dar un seguimiento al alimentador N° 1 de la S/E Pujili, el cual es un sistema dinámico y en constante crecimiento.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Alba Lucía Marín Villada. (7 de Marzo de 2008). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Recuperado el Miercoles de Agosto de 2017, de MÉTODOS Y ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN: <https://metinvestigacion.wordpress.com/>
- Azogue César . (Mayo de 2016). Análisis de la cargabilidad de los transformadores de distribución del alimentador “San Andrés” de la subestación Pillaro de la empresa eléctrica de Ambato, para mejorar la calidad de servicio y reducción de pérdidas. *Tesis*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

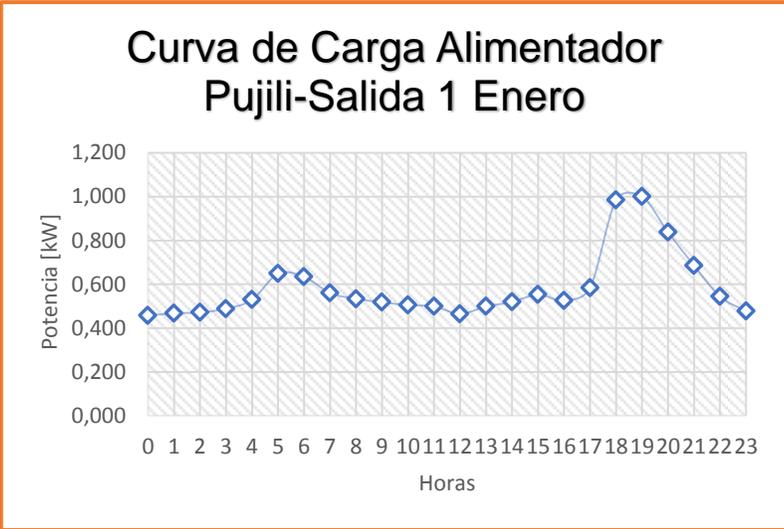
- Campoverde Villacis, D., & Sánchez Delgado, J. (2012). “*DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA EN TRANSFORMADORES, PARA LOS*. Cuenca.
- Casillas Peña, G. I., & Lecaro Robles, Y. K. (2008). *Método para estimación de la demanda residencial en la empresa eléctrica Quito S.A.* Quito.
- Christine Andrea Lozano Ortiz. (Mayo de 2011). Planificación de Alimentadores de Distribución de media tensión en función de la Penetración de Generación Distribuida en Baja Tensión. *Tesis*. Santiago de Chile, Chile.
- CreceNegocios. (26 de 08 de 2013). *CreceNegocios*. Obtenido de El análisis costo-beneficio: <https://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>
- CYME International T&D. (2015). *Programa de análisis de redes*. EE.UU: © 2015 Eaton.
- Diana Patricia Haro Naranjo. (Mayo de 2015). MEJORA DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE LA EEQ. *Tesis*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO . (s.f.). Guías de diseño de EEARN para el Cálculo de la Demanda Unitaria Máxima. *Guías de diseño de EEARN*.
- EMPRESA ELÉCTRICA CENTRO SUR. (1986). MÉTODO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Gilberto Enríquez Harper. (2 de Enero de 2006). El ABC del Alumbrado y las Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión. *Informe*. Limusa.
- Giovanny Francisco Hidalgo Lavayen. (Marzo de 2009). Reducción de pérdidas de energía eléctrica en los Alimentadores mediante compensación reactiva considerando clientes finales industriales. *Tesis*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Grisell Bolívar . (2 de Marzo de 2014). *Metodología de la Investigación*. Recuperado el Miércoles de Octubre de 2017, de Tipos de niveles de investigación : [http://metodosrecreacion.blogspot.com/p/blog-page\\_9449.html](http://metodosrecreacion.blogspot.com/p/blog-page_9449.html)

- Jacqueline Hurtado de Barrera. (22 de Febrero de 2008). *Investigación holística*. Recuperado el Miercoles de Octubre de 2017, de La investigación proyectiva: <http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html>
- Jaime Mauricio Pilamungo Ubidia. (Mayo de 2009). ANÁLISIS DEL FACTOR DE CARGA Y DEL FACTOR DE. *Tesis*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- José Dolores Juárez Cervantes. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. *Libro*. Mexico D.F, Mexico: Sans Serif .
- Montenegro Walter. (Mayo de 2013). Diagnostico de la opracion en condiciones de Falla del alimentador N.1 de la subestacion San Rafael de ELEPCO S.A. *TESIS*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- Moreno Jorge Luis. (Mayo de 2016). Analisis del Alimentador VICHE de la Subestacion propicia de la CNEL EP Esmeraldas utilizando el programa Cymdist mediante estudios de flujos de cargas a nivel de 13,8kV. *Tesis*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- Saadi Joel Jimenez Romero. (2005). Metodologia para la estimacion de perdidas Tecnicas en una red de distribucion de energia Electrica. *Tesis*. Lima, Peru.
- Samuel Ramírez Castaño. (2014). *Redes de Distribución de Energía*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

# 15. ANEXOS

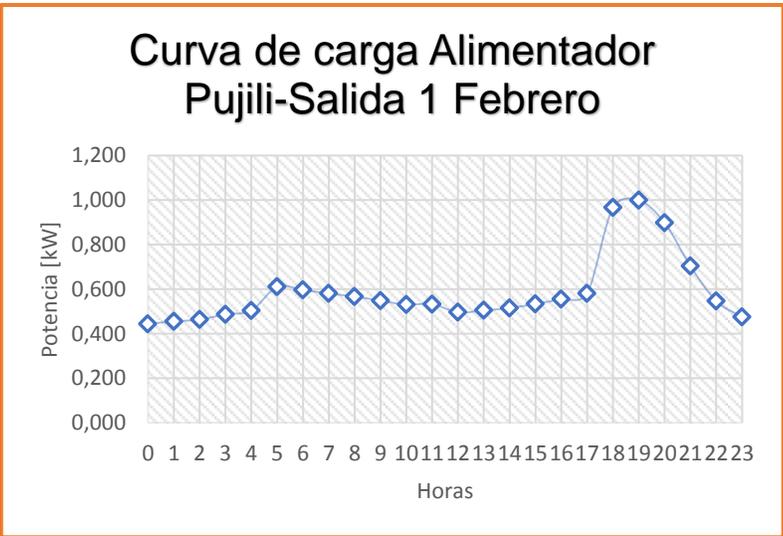
HORA	OH	Intervalos de clase					
# datos	186	lim inferior	lim superior	Clase	Frecuencia	% acumulado	%
valor max	3390,03	1929	2112	2112	30	16,129%	16,129%
valor min	1929,69	2112	2295	2295	114	77,419%	61,290%
rango	1460,34	2295	2478	2478	36	96,774%	19,355%
# intervalos (sturger)	8,48939272	2478	2661	2661	0	96,774%	0,000%
amplitud de clase	183	2661	2844	2844	0	96,774%	0,000%
diferencia límite inferior	0,4	2844	3027	3027	0	96,774%	0,000%
		3027	3210	3210	2	97,849%	1,075%
		3210	3393	3393	4	100,000%	2,151%
					186		100,000%

Hora	P(kW)	C.D.D.D
0	2295	0,457
1	2347,5	0,468
2	2365	0,471
3	2451	0,489
4	2655,5	0,529
5	3254	0,649
6	3184	0,635
7	2814,5	0,561
8	2676	0,533
9	2598	0,518
10	2534	0,505
11	2503,5	0,499
12	2334	0,465
13	2503,6	0,499
14	2605,55	0,519
15	2774	0,553
16	2637	0,526
17	2932	0,584
18	4940,5	0,985
19	5017	1,000
20	4202,4	0,838
21	3440,6	0,686
22	2729,6	0,544
23	2395	0,477



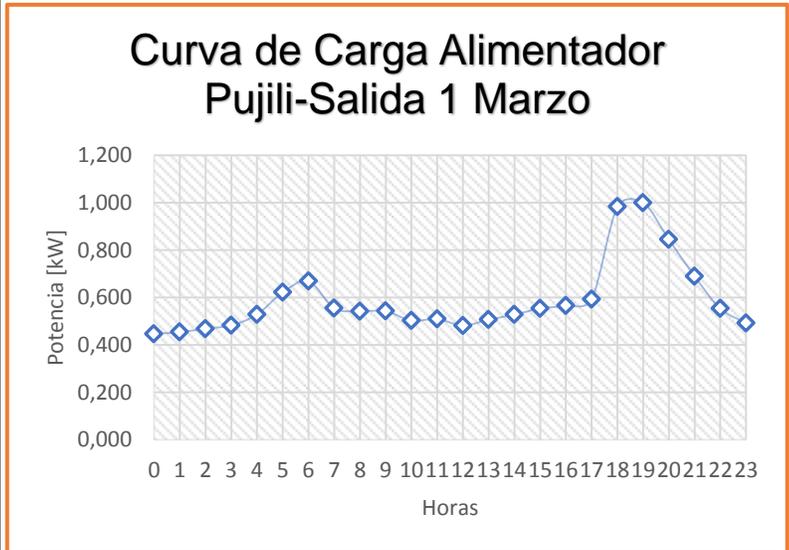
HORA	OH	Intervalos de clase		Clase	Frecuencia	% acumulado	%
# datos	168	lim inferior	lim superior	2073	5	2,976%	2,976%
valor max	2420,76	2073	2123	2123	16	12,500%	9,524%
valor min	2023,12	2123	2173	2173	25	27,381%	14,881%
rango	397,64	2173	2223	2223	42	52,381%	25,000%
# intervalos (sturjer)	8,34352063	2223	2273	2273	41	76,786%	24,405%
amplitud de clase	50	2273	2323	2323	25	91,667%	14,881%
diferencia límite inferior	0,4	2323	2373	2373	11	98,214%	6,548%
		2373	2423	2423	3	100,000%	1,786%
					168		100,000%

Hora	P(kW)	C.D.D.D
0	2223	0,444
1	2276,99793	0,455
2	2319	0,464
3	2437	0,487
4	2523,4	0,504
5	3057,5	0,611
6	2983	0,596
7	2904,5	0,581
8	2836,5	0,567
9	2743,5	0,548
10	2655,75	0,531
11	2663,8	0,532
12	2482,5	0,496
13	2525	0,505
14	2580	0,516
15	2670	0,534
16	2778,8	0,555
17	2906,6	0,581
18	4840	0,967
19	5002,8	1,000
20	4493,6	0,898
21	3521	0,704
22	2732,4	0,546
23	2377	0,475



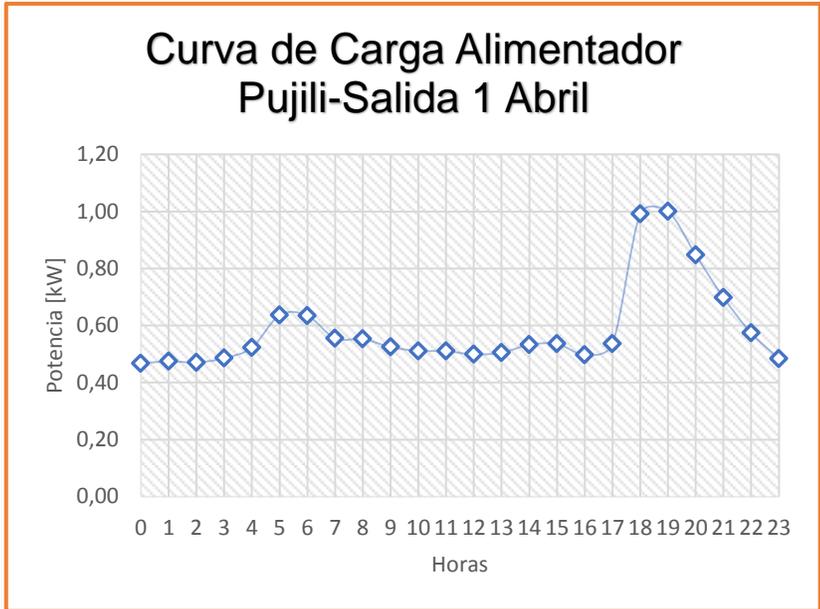
HORA	OH	Intervalos de clase		Clase	Frecuencia	% acumulado	%
# datos	186	lim inferior	lim superior				
valor max	2454,25	2043	2094,5	2094,5	17	9,140%	9,140%
valor min	2043,20	2094,5	2146	2146	17	18,280%	9,140%
rango	411,05	2146	2197,5	2197,5	24	31,183%	12,903%
# intervalos (sturger)	8,48939272	2197,5	2249	2249	49	57,527%	26,344%
amplitud de clase	51	2249	2300,5	2300,5	36	76,882%	19,355%
diferencia límite inferior	0,4	2300,5	2352	2352	25	90,323%	13,441%
		2352	2403,5	2403,5	15	98,387%	8,065%
		2403,5	2455	2455	3	100,000%	1,613%
					186		100,000%

Hora	P(kW)	C.D.D.D
0	2249	0,446
1	2288,75	0,454
2	2361	0,468
3	2433	0,483
4	2661,5	0,528
5	3133	0,622
6	3374	0,669
7	2795,6	0,555
8	2732,8	0,542
9	2733,5	0,542
10	2534	0,503
11	2566,5	0,509
12	2428,5	0,482
13	2553,5	0,507
14	2660	0,528
15	2790	0,554
16	2848,6	0,565
17	2988,6	0,593
18	4955	0,983
19	5040	1,000
20	4260	0,845
21	3475	0,689
22	2790	0,554
23	2477	0,491



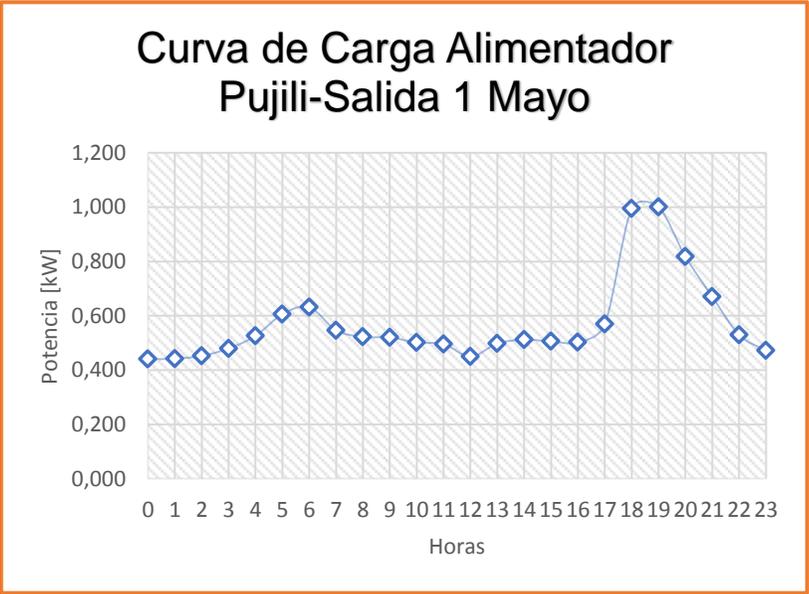
HORA	OH	Intervalos de clase					
# datos	180	lim inferior	lim superior	Clase	Frecuencia	% acumulado	%
valor max	2516,68	1421	1558	1558	8	4,444%	4,444%
valor min	1421,27	1558	1695	1695	4	6,667%	2,222%
rango	1095,41	1695	1832	1832	0	6,667%	0,000%
# intervalos (sturger)	8,44239927	1832	1969	1969	0	6,667%	0,000%
amplitud de clase	137	1969	2106	2106	3	8,333%	1,667%
diferencia límite inferior	0,27	2106	2243	2243	48	35,000%	26,667%
		2243	2380	2380	95	87,778%	52,778%
		2380	2517	2517	22	100,000%	12,222%
					180		100,000%

horas	potencia kW	C.D.D.D.
0	2380	0,47
1	2418	0,47
2	2397	0,47
3	2474	0,49
4	2661	0,52
5	3242	0,64
6	3233	0,63
7	2825,5	0,55
8	2814	0,55
9	2672	0,52
10	2602	0,51
11	2599	0,51
12	2541	0,50
13	2571	0,50
14	2712	0,53
15	2730	0,54
16	2532	0,50
17	2730	0,54
18	5048	0,99
19	5094	1,00
20	4317	0,85
21	3556,2	0,70
22	2924	0,57
23	2464,2	0,48



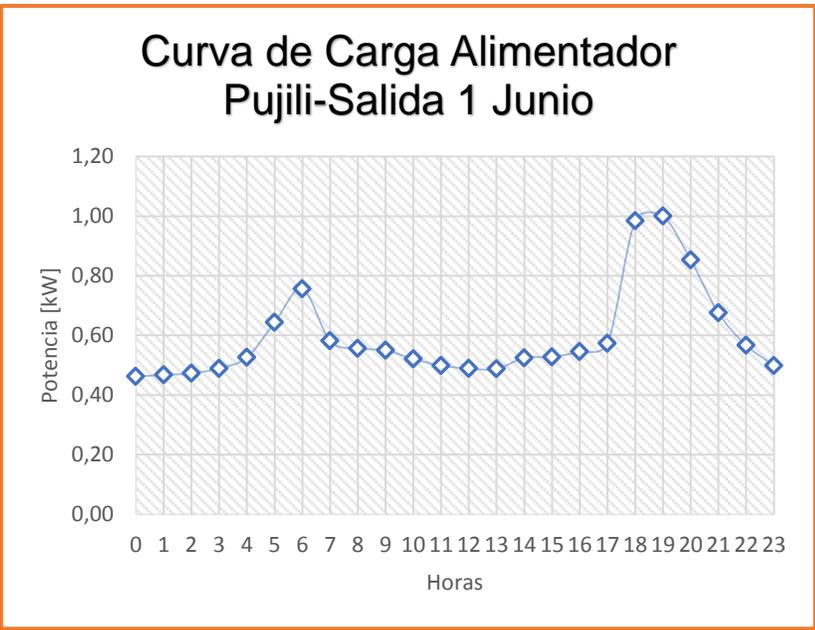
HORA	OH	Intervalos de clase		Clase	Frecuencia	% acumulado	%
# datos	186	lim inferior	lim superior				
valor max	2553,28	2115	2170	2170	12	6,452%	6,452%
valor min	2115,49	2170	2225	2225	23	18,817%	12,366%
rango	437,79	2225	2280	2280	38	39,247%	20,430%
# intervalos (sturjer)	8,48939272	2280	2335	2335	39	60,215%	20,968%
amplitud de clase	55	2335	2390	2390	37	80,108%	19,892%
diferencia límite inferior	0,4	2390	2445	2445	27	94,624%	14,516%
		2445	2500	2500	7	98,387%	3,763%
		2500	2555	2555	3	100,000%	1,613%
					186		100,000%

Hora	P(kW)	C.D.D.D
0	2335	0,440
1	2342	0,442
2	2397,5	0,452
3	2542	0,479
4	2787,4	0,526
5	3212	0,606
6	3350,5	0,632
7	2897	0,546
8	2768	0,522
9	2758	0,520
10	2657	0,501
11	2629	0,496
12	2383	0,449
13	2639	0,498
14	2714	0,512
15	2680	0,505
16	2663,6	0,502
17	3017,2	0,569
18	5271	0,994
19	5302	1,000
20	4337,8	0,818
21	3555	0,671
22	2806	0,529
23	2501,6	0,472



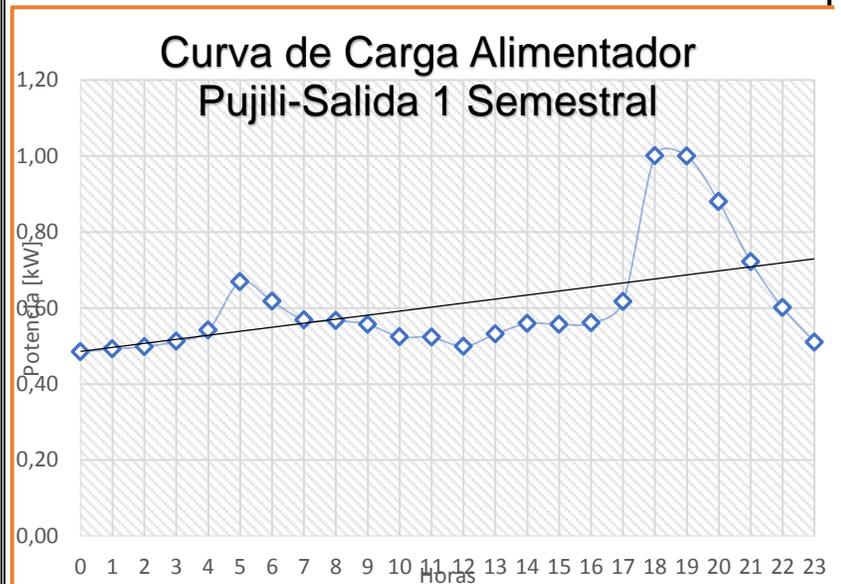
HORA	OH	Intervalos de clase		Clase	Frecuencia	% acumulado	%
# datos	150	lim inferior	lim superior				
valor max	2651,98	2105	2173,5	2173,5	13	8,667%	8,667%
valor min	2105,58	2173,5	2242	2242	17	20,000%	11,333%
rango	546,40	2242	2310,5	2310,5	30	40,000%	20,000%
# intervalos (sturger)	8,18110115	2310,5	2379	2379	43	68,667%	28,667%
amplitud de clase	68	2379	2447,5	2447,5	30	88,667%	20,000%
diferencia limite inferior	0,4	2447,5	2516	2516	12	96,667%	8,000%
		2516	2584,5	2584,5	4	99,333%	2,667%
		2584,5	2653	2653	1	100,000%	0,667%
					150		100,000%

horas	potencia (kW)	C.D.D.D.
0	2379	0,46
1	2404	0,47
2	2432	0,47
3	2517,6	0,49
4	2705	0,53
5	3309	0,64
6	3889,5	0,76
7	2991	0,58
8	2863,6	0,56
9	2828,5	0,55
10	2681,5	0,52
11	2565,5	0,50
12	2515	0,49
13	2508	0,49
14	2698	0,52
15	2715	0,53
16	2806	0,55
17	2947	0,57
18	5062,2	0,98
19	5144	1,00
20	4388	0,85
21	3473,5	0,68
22	2917	0,57
23	2567	0,50



HORA	OH		Intervalos de clase					
# datos	1056		lim inferior	lim superior	Clase	Frecuencia	% acumulado	%
valor max	3390,03		1421	1667,2	1667,2	12	1,136%	1,136%
valor min	1421,27		1667,2	1913,4	1913,4	0	1,136%	0,000%
rango	1968,76		1913,4	2159,6	2159,6	164	16,667%	15,530%
#intervalos (sturjer)	10,9780909	<b>8</b>	2159,6	2405,8	2405,8	796	92,045%	75,379%
amplitud de clase	246	<b>246,2</b>	2405,8	2652	2652	78	99,432%	7,386%
diferencia limite inferior	0,4		2652	2898,2	2898,2	0	99,432%	0,000%
			2898,2	3144,4	3144,4	0	99,432%	0,000%
			3144,4	3390,6	3390,6	6	100,000%	0,568%
						1056		100,000%

Horas	Potencia (kW)	C.D.D.D
0	2405,8	0,48
1	2443	0,49
2	2475,2	0,50
3	2544	0,51
4	2688	0,54
5	3319,5	0,67
6	3066	0,62
7	2824	0,57
8	2814	0,57
9	2765	0,56
10	2602	0,52
11	2599	0,52
12	2478	0,50
13	2639	0,53
14	2778,4	0,56
15	2764	0,56
16	2783	0,56
17	3063	0,62
18	4966,5	1,00
19	4965,50	1,00
20	4367,5	0,88
21	3583	0,72
22	2985	0,60
23	2532	0,51



ANEXO 2

DATOS DE CONSUMOS, KVA,  
NUMERO DE USUARIOS

HOJA 1 DE 1

DATOS ACTUALIZADOS INGRESADOS AL CYMDIST					
N° DE DATOS	TRAMO	N° DE TRANSFORMADOR	POTENCIA (Kva)	CANT. DE USUARIOS	TOTAL CONSUMO (Kw/h/mes)
1	61983	4290	45	1	4780
2	155211	9615	25	19	1213
3	202895	11748	10	7	521
4	233388	10884	15	11	30
5	81721	5803	10	8	451
6	62345	5972	5	17	1472
7	63918	5517	10	6	176
8	30478	5886	15	7	119
9	83090	5831	5	7	300
10	83650	4432	15	13	1380
11	21730	8107	10	34	2100
12	231659	9644	5	5	0
13	62240	10563	38	22	1770
14	81243	1046	10	13	289
15	62435	8421	10	7	588
16	91256	661	15	16	276
17	83633	8256	10	15	223
18	20328	7486	30	2	2104
19	10277	8674	15	22	1305
20	82039	4459	10	25	594
21	62262	8180	5	5	543
22	29636	7025	38	49	4542
23	83444	5257	10	13	623
24	20252	6091	15	24	2230
25	62421	10557	38	41	3624
26	62261	646	5	23	2386
27	83100	7465	5	4	100
28	29619	4428	30	4	280
29	101121	733	15	27	2293
30	83358	6494	15	6	513
31	82615	6395	25	31	1879
32	82826	6650	10	14	1166
33	63932	5789	10	10	139
34	83347	6592	10	4	207
35	82353	5527	15	11	234
36	81532	5652	5	3	158
37	62283	8992	5	8	958
38	29738	874	10	5	117
39	82655	6812	5	3	165
40	82170	4472	15	16	290
41	91314	7432	15	1	1848
42	63870	7009	10	7	118
43	82914	6451	5	7	238
44	20538	9114	38	3	683
45	82022	4489	15	22	602
46	21814	0	15	25	4385
47	29962	903	10	8	218
48	62155	620	10	11	1087
49	232378	9640	5	6	0
50	63849	6968	5	2	466
51	10556	705	5	8	437
52	21862	837	38	70	5211
53	62398	639	10	28	2514
54	101454	9552	10	1	1668
55	62200	655	5	2	2268

56	62279	7698	30	1	1455
57	83591	5119	10	9	342
58	82726	6019	5	3	1585
59	144967	10171	38	4	2074
60	83274	154809	5	5	89
61	21798	7853	15	39	4307
62	82283	4474	10	13	194
63	81542	9066	5	5	57
64	81523	6577	10	7	139
65	81519	6588	10	9	354
66	62427	8420	10	21	974
67	81941	4495	75	0	0
68	91244	6525	10	15	221
69	30000	920	5	16	1051
70	10576	591	75	63	10163
71	91237	8178	5	1	227
72	83667	5450	10	13	428
73	81525	5644	5	1	0
74	83024	4518	10	16	596
75	82106	5251	10	13	266
76	10268	9147	10	1	444
77	29798	4356	25	36	1714
78	64126	5737	10	6	94
79	91257	662	10	12	359
80	21783	7829	5	13	1778
81	82091	256	15	13	240
82	10266	8422	38	18	1346
83	62193	8179	5	6	345
84	83010	4519	15	20	719
85	29566	1021	45	16	1684
86	61886	615	45	28	2558
87	63859	6907	15	16	257
88	29833	870	25	30	1828
89	83423	5533	15	8	310
90	232369	9892	10	10	0
91	62400	8901	15	52	3707
92	64136	7012	10	10	81
93	81379	1034	10	14	496
94	30477	858	15	18	1004
95	29661	6388	25	30	2618
96	199347	10987	30	43	2687
97	82592	7073	15	2	2703
98	81946	9102	15	32	3816
99	63736	6751	5	5	37
100	203773	8546	10	5	179
101	82112	4491	15	12	419
102	62276	8980	15	22	1730
103	62429	8444	10	7	350
104	82694	6747	15	12	533
105	81984	9571	15	23	1717
106	186699	10227	5	1	38
107	62332	4292	25	4	8487
108	10261	4331	25	48	4885
109	62197	5752	15	1	29
110	19676	7624	38	45	11228
111	83669	5376	10	7	299
112	63902	5075	10	17	300
113	81724	5932	5	5	35
114	30502	4352	25	21	819
115	128975	9779	10	13	1241
116	83251	9889	10	1	436
117	83641	4433	15	15	342
118	62406	636	15	128	11859
119	82306	5346	10	8	116
120	61995	8354	75	1	428
121	10605	4327	15	81	8369
122	81756	5893	15	11	159
123	21496	8040	5	1	87
124	81407	1031	10	23	930
125	63806	10056	15	9	566
126	81649	5793	10	14	346

127	83530	5541	10	3	196
128	63800	7014	10	8	145
129	82984	5870	25	10	497
130	82712	6728	5	7	342
131	61962	8362	30	1	293
132	81798	4525	15	27	661
133	203771	11750	10	7	226
134	81954	6366	10	1	662
135	10630	5796	38	87	10702
136	29605	8959	15	12	1145
137	91241	0	25	32	734
138	81766	8850	15	1	941
139	29819	886	15	12	902
140	91243	5012	10	12	159
141	88733	5241	10	7	95
142	83277	6478	15	9	118
143	10578	0	30	16	4946
144	83585	5058	15	13	458
145	77771	929	25	51	6572
146	63977	3189	38	31	558
147	63758	5820	10	16	407
148	83146	7078	5	2	278
149	30500	5037	10	4	109
150	30380	4359	15	15	129
151	82123	4465	10	1	0
152	10395	691	10	27	2072
153	30347	909	15	16	327
154	62174	9081	10	1	794
155	29817	884	15	5	93
156	199345	10986	30	59	4658
157	83440	5365	10	4	236
158	81807	4526	5	9	157
159	203155	11789	15	14	1060
160	10635	5715	15	17	2069
161	21625	829	30	3	1288
162	82685	6656	10	5	105
163	83212	6453	15	12	283
164	63687	3176	10	27	715
165	82835	6557	10	12	773
166	64139	7002	10	9	25
167	83533	3342	10	5	207
168	82594	8288	30	0	0
169	63986	8296	10	1	762
170	162893	9893	10	6	344
171	30436	879	15	55	4648
172	82870	8771	10	12	734
173	29897	896	15	22	1531
174	198657	11665	10	11	125
175	62353	575	75	1	0
176	81875	4467	38	9	227
177	83424	5345	10	12	703
178	82936	5511	15	8	336
179	83001	5343	10	11	174
180	123227	9304	5	3	104
181	82098	4490	25	12	2346
182	81922	6503	38	1	387
183	81681	6471	15	7	301
184	83257	5971	15	8	257
185	81417	1028	10	17	990
186	232069	9639	5	4	161
187	19650	5562	100	102	13061
188	30480	859	10	9	503
189	21823	7828	5	25	1744
190	29986	8715	10	19	539
191	63754	5823	10	10	131
192	29609	8971	10	16	805
193	91306	7164	75	1	23178
194	21620	6914	15	28	2523
195	80039	827	75	62	5485
196	82321	7247	10	1	46
197	81511	9060	5	3	3

198	61965	611	75	23	2862
199	20217	8238	10	1	1691
200	82081	16148	25	13	1161
201	81747	5738	10	3	0
202	81507	1050	10	7	190
203	232072	9636	5	4	0
204	81793	7605	15	6	45
205	81809	4524	15	19	397
206	29744	8255	10	15	1084
207	29584	5285	25	33	4137
208	83549	8031	5	12	193
209	81706	6966	5	7	225
210	30379	912	15	15	286
211	81370	1038	10	21	910
212	192215	10704	25	4	866
213	103364	9538	5	1	112
214	82590	7144	15	1	0
215	29932	904	5	7	680
216	29690	864	10	42	4366
217	83326	5289	25	16	388
218	91313	675	15	8	427
219	63833	6995	10	6	203
220	21626	830	15	65	6729
221	83455	6590	10	6	341
222	29753	878	10	30	2276
223	20286	680	45	135	23334
224	12575	6300	30	1	5468
225	21929	4351	15	11	287
226	64077	3188	25	40	1355
227	81979	4492	15	8	103
228	82000	9065	10	6	271
229	83614	5126	10	4	229
230	20322	1314	45	1	6208
231	63905	5498	15	10	221
232	83595	5120	10	4	116
233	83334	6567	10	6	250
234	83619	5142	15	10	546
235	82901	5967	15	12	92
236	82872	4447	15	46	1995
237	10376	7277	15	10	707
238	10342	6815	15	1	3488
239	82129	4475	10	12	313
240	29572	1020	45	66	4942
241	82421	4484	5	6	121
242	20751	8654	25	32	4066
243	233034	10964	15	12	279
244	88996	0	5	5	132
245	81433	1026	10	20	2307
246	21484	5751	15	36	2188
247	89002	5246	10	10	147
248	61914	5374	10	9	738
249	83308	5454	5	3	50
250	81374	1036	10	7	215
251	10249	5052	10	14	1105
252	82443	5681	10	6	400
253	82073	8512	5	8	174
254	81361	1039	10	8	164
255	88723	9012	5	4	21
256	82298	5679	10	2	0
257	82521	5634	10	10	183
258	29936	4357	10	5	45
259	83375	6681	10	4	166
260	29722	867	15	19	985
261	20331	8901	45	1	5220
262	21700	8712	10	11	635
263	63732	6552	10	6	153
264	24345	7193	15	9	1449
265	10279	8673	15	19	1005
266	88689	9017	5	5	80
267	81670	6506	38	23	794
268	83371	6601	10	12	781

269	83244	6553	10	7	164
270	83138	6990	10	4	192
271	81388	1033	10	30	1209
272	29693	0	60	1	0
273	62354	640	10	17	1619
274	107207	9627	25	1	342
275	83059	1380	5	4	181
276	82843	6782	5	2	458
277	21596	5871	25	12	602
278	62394	5021	38	80	7126
279	29960	902	5	3	91
280	81914	8652	50	98	10263
281	82016	4458	10	40	1674
282	20276	5775	25	20	3706
283	20248	6119	38	20	1994
284	30034	915	10	11	272
285	21874	835	25	19	1085
286	21706	8713	10	13	408
287	64005	5844	5	7	173
288	81752	5787	10	7	186
289	198297	10206	10	3	312
290	62376	6414	10	35	4584
291	82367	5680	10	2	38
292	81968	6838	10	1	116
293	62111	9486	30	1	2106
294	29552	852	75	2	353
295	10594	6510	25	21	1919
296	62034	621	25	31	1615
297	24292	7050	25	1	0
298	83238	5980	25	27	780
299	29631	125	50	61	6064
300	21606	5357	15	49	3682
301	61696	610	25	32	5518
302	64122	5743	10	6	72
303	82506	9102	25	46	1389
304	83050	1370	5	3	170
305	82450	4506	25	26	1332
306	81908	4499	10	26	1302
307	20567	6346	38	0	0
308	63988	7625	15	1	1340
309	21527	7145	100	1	1713
310	21711	8710	5	10	617
311	82929	6454	5	6	211
312	82891	8582	5	9	260
313	88729	5249	10	12	129
314	83056	6574	10	1	25
315	81338	7802	10	26	1312
316	82463	9251	5	1	602
317	63976	3190	25	20	368
318	30016	922	5	11	909
319	21599	834	10	21	682
320	81886	4485	25	24	1379
321	82743	5571	5	2	436
322	91301	4296	60	1	9938
323	63829	7010	10	10	686
324	21913	7252	5	14	602
325	82234	151887	30	1	450
326	160647	9216	75	21	3151
327	20317	4310	30	1	823
328	81656	1385	10	27	556
329	155212	9612	25	18	1092
330	10282	702	10	11	421
331	29820	877	5	22	1070
332	29646	4354	25	60	6386
333	10517	683	25	61	7185
334	83288	5381	10	10	169
335	12584	6224	75	1	24434
336	81998	8116	5	5	98
337	77782	7872	10	35	3980
338	91316	6249	25	26	1875
339	82634	6463	5	8	168

340	105290	9476	10	3	509
341	192221	10320	75	42	8173
342	24341	7869	10	5	397
343	63946	5658	25	27	555
344	82580	7430	10	7	230
345	83117	6996	10	7	334
346	20163	5780	10	11	1076
347	81257	9572	15	19	638
348	82687	5646	15	5	82
349	10610	6909	15	34	3519
350	29713	886	10	10	729
351	63931	2574	10	16	438
352	153617	9778	15	3	0
353	62126	246	10	20	1589
354	62331	644	10	1	852
355	81298	7421	5	6	223
356	82574	7251	5	14	609
357	83229	6406	10	13	485
358	29938	900	5	6	71
359	64112	5520	10	21	521
360	83562	16819	10	2	48
361	21593	4348	5	15	489
362	83367	6593	10	3	26
363	62419	576	75	1	7997
364	64114	5842	5	3	9
365	88998	5665	15	35	1554
366	20257	0	38	16	1685
367	91304	9069	5	1	104
368	21904	4350	10	16	1044
369	62411	634	15	14	564
370	128983	9693	38	48	5667
371	62312	4294	10	16	1014
372	10496	6600	25	22	1458
373	82847	4445	25	33	697
374	64123	5723	10	10	273
375	10350	708	25	19	1561
376	82733	4530	25	1	1738
377	62303	8843	10	1	1035
378	62380	7161	50	1	3735
379	63935	5328	15	18	557
380	82588	450	5	1	2539
381	82206	4476	25	17	629
382	20537	4307	38	71	14828
383	81445	1027	10	38	1935
384	81269	8964	5	6	59
385	82830	6737	15	16	1516
386	83098	4417	10	6	112
387	21478	5864	25	47	4260
388	91255	664	10	10	112
389	81408	1032	10	13	346
390	91260	10031	10	11	382
391	82056	4454	15	22	585
392	81480	9103	25	1	2535
393	29848	5692	10	9	668
394	83605	5384	10	8	761
395	82174	6575	10	14	268
396	82675	6653	10	7	783
397	29975	917	10	24	1732
398	233385	10899	30	26	658
399	203501	11756	10	9	527
400	29821	876	10	12	681
401	233429	10901	30	12	0
402	21524	5795	38	32	1808
403	29818	885	15	4	190
404	83429	5368	10	4	275
405	82339	8293	45	1	457
406	156496	9218	75	28	2788
407	64045	3191	25	41	827
408	29985	918	10	27	1238
409	83297	6611	10	9	179
410	198672	11647	10	4	195

411	82217	4477	5	2	39
412	63708	3181	38	45	1022
413	81873	151801	15	13	203
414	88727	5044	10	12	200
415	20326	0	25	1	509
416	64020	3194	5	15	580
417	88731	5243	10	2	92
418	83253	6350	10	3	9
419	10584	586	15	44	4993
420	10275	700	25	57	6470
421	83133	6939	15	3	65
422	30512	8527	10	13	268
423	82563	6420	10	8	242
424	83622	0	15	9	276
425	81369	1037	10	1	336
426	82722	4511	38	6	3608
427	83263	6533	10	16	341
428	62300	8991	5	10	1017
429	21703	845	10	5	132
430	231720	9643	5	3	0
431	20782	8881	25	1	413
432	81633	7932	5	7	311
433	82336	4479	5	6	41
434	172202	10279	30	1	704
435	30025	7387	5	2	148
436	64127	5663	25	23	381
437	81292	1044	10	11	267
438	88735	9018	5	5	99
439	230987	9969	10	15	749
440	82497	5800	10	10	611
441	81786	7603	15	11	130
442	82513	4503	10	13	309
443	82813	6736	15	14	724
444	30431	4361	10	21	795
445	83608	0	5	1	2
446	88994	7340	10	52	3438
447	63885	5085	15	9	193
448	29679	7612	25	4	356
449	139841	8666	15	9	920
450	82413	4483	5	6	168
451	83459	5259	10	6	80
452	81611	124713	15	15	493
453	62333	646	5	3	373
454	81825	7922	75	1	0
455	29616	3739	15	21	4978
456	21727	8716	10	37	1610
457	83110	7255	5	12	164
458	83127	7008	10	5	156
459	83271	6448	5	4	87
460	83344	6489	5	6	379
461	83612	5225	15	8	211
462	82718	8132	5	1	1
463	83157	7077	5	2	0
464	61938	7022	38	14	3055
465	198595	10866	15	18	1979
466	233016	10962	10	5	3
467	20753	594	100	105	16176
468	30008	925	5	14	274
469	83644	0	5	2	155
470	91239	6600	10	11	342
471	81426	1030	10	26	1221
472	20273	8344	25	42	4677
473	20239	6092	38	11	1028
474	153631	9785	15	1	231
475	21742	5298	25	31	1859
476	82370	5944	5	5	43
477	81792	7606	15	6	117
478	10299	6631	75	1	0
479	83196	6407	10	5	82
480	29782	881	10	33	2175
481	156493	9217	75	55	10225

482	29926	8260	10	14	416
483	64032	3187	10	19	557
484	233437	10900	30	11	131
485	64118	5732	10	6	331
486	29772	888	10	28	2217
487	82972	6482	5	8	125
488	83169	19656	10	9	217
489	10627	5651	15	22	3784
490	152336	9776	15	5	315
491	30361	4364	10	21	724
492	81935	8379	15	1	1680
493	203494	11749	10	10	273
494	63702	3180	25	37	637
495	19668	596	45	116	15765
496	91238	670	25	23	342
497	192248	7779	30	26	4589
498	21494	6229	25	1	2445
499	10488	8436	10	18	1507
500	82293	5667	15	14	390
501	21722	847	10	18	1194
502	81733	5941	5	3	105
503	81856	7377	5	4	257
504	81646	7933	5	5	6
505	21810	5283	25	33	2981
506	83159	154932	5	4	125
507	146576	9692	25	1	732
508	82194	4470	10	7	331
509	30402	5522	25	16	679
510	29664	6386	25	21	1958
511	83628	5122	10	1	186
512	20243	6109	25	15	1699
513	91308	1147	25	2	1204
514	29883	894	10	12	608
515	82397	5677	10	8	138
516	20180	5771	25	10	1129
517	153924	9782	15	2	66
518	82919	6980	10	5	292
519	160972	9215	75	16	3415
520	20214	608	10	39	3182
521	83104	7231	10	13	205
522	62035	0	30	1	3493
523	29696	7401	15	14	1507
524	29841	871	15	26	1696
525	171887	10201	10	2	76
526	81774	4522	25	33	1345
527	82966	6515	25	17	440
528	82566	6408	10	8	298
529	129295	688	15	14	1104
530	82818	6742	15	17	1356
531	29827	8130	5	10	459
532	29796	4355	15	17	685
533	83362	6442	5	5	294
534	10535	6883	25	28	2502
535	29991	8714	10	21	600
536	91298	4298	50	1	5300
537	82860	4448	15	11	196
538	81296	1048	10	14	648
539	19904	0	25	44	5660
540	91295	658	5	7	254
541	20599	6177	25	8	484
542	63705	5754	15	6	35
543	62207	652	45	35	4473
544	62009	5320	45	16	1518
545	20594	7222	15	14	2002
546	142402	9981	38	3	1455
547	81867	7376	5	2	0
548	30506	4353	10	7	291
549	10468	696	5	14	1580
550	20583	5105	25	46	11545
551	81620	1373	10	5	98
552	12569	6259	30	1	7122

553	10617	8979	38	31	3175
554	10588	6322	38	34	3222
555	30323	905	10	9	390
556	20562	6500	38	38	6027
557	81489	1052	10	3	0
558	10600	589	30	1	98
559	83407	6439	5	3	217
560	81718	7518	15	1	1897
561	82286	8200	10	0	0
562	82101	8580	10	7	465
563	82925	5809	10	3	0
564	21836	844	10	15	687
565	62551	8429	10	18	1488
566	29912	897	5	5	479
567	61967	0	5	1	1805
568	144641	9497	10	9	351
569	115203	10539	25	22	2187
570	82976	5516	10	6	110
571	62575	8987	10	16	1213
572	233343	9066	10	10	411
573	21480	5560	30	1	0
574	91250	0	25	15	421
575	82689	6645	10	5	549
576	10340	8510	25	25	1335
577	21714	8711	5	21	1067
578	83494	4527	10	8	324
579	83544	5121	10	5	65
580	81549	9065	5	1	17
581	81763	7873	10	10	209
582	62414	635	15	19	1270
583	20290	0	30	1	1054
584	20605	0	38	10	954
585	29863	892	10	5	427
586	63930	5734	10	9	226
587	82177	4469	5	4	52
588	63899	5057	15	18	252
589	81425	1029	10	27	1636
590	198669	11656	15	23	812
591	153937	9783	15	15	776
592	128991	9784	15	12	1154
593	61897	5904	38	20	2899
594	20324	8136	30	1	2669
595	199348	10937	25	39	1299
596	63995	5329	15	15	213
597	81666	6536	10	4	259
598	62149	2057	25	25	1220
599	82135	4461	15	13	224
600	81919	5501	15	1	110
601	231717	9642	5	5	0
602	81674	6699	10	8	75
603	113922	8347	25	27	2029
604	82596	6379	10	19	582
605	153620	9780	15	6	652
606	10622	8646	38	73	11143
607	63887	0	5	3	30
608	82774	6556	10	6	474
609	10254	7166	30	1	965
610	62296	4293	10	12	329
611	82411	5650	10	15	557
612	144964	9712	30	1	0
613	63739	1736	5	1	14
614	29864	891	10	0	0
615	30394	913	15	35	673
616	204148	10551	25	64	10185
617	30005	924	10	26	1035
618	63398	3185	10	22	1726
619	29781	880	10	25	1324
620	21933	843	15	40	2239
621	83664	5375	10	12	372
622	233021	10946	10	2	0
623	83391	6402	15	13	469

624	81237	1045	10	10	205
625	30329	907	15	38	1784
626	81817	4523	25	48	4073
627	83635	4435	15	11	1377
628	10596	6323	38	29	2500
629	30516	4362	25	16	1340
630	63756	5821	10	9	138
631	82710	8049	5		
632	203511	11753	10	8	290
633	64029	5843	5	5	53
634	82832	6572	10	6	439
635	83659	5495	10	9	144
636	10367	9154	15	1	1468
637	81641	7937	5	4	46
638	30463	856	10	17	590
639	81892	4486	5	14	484
640	20781	6822	50	4	3680
641	82212	4468	10	12	580
642	12571	0	75	1	5032
643	63947	5742	10	6	126
644	82444	9064	5	4	762
645	91254	672	15	18	341
646	62388	6472	15	14	1333
647	82906	8581	5	2	55
648	21471	6919	15	23	1615
649	82466	121005	10	27	1238
650	80002	7671	100	112	15649
651	10633	10709	25	49	4428
652	82667	6659	10	8	726
653	20576	4304	15	43	5268
654	61996	618	25	18	1482
655	63804	7006	10	13	628
656	82946	6400	15	17	248
657	191877	10272	38	2	50
658	81862	7588	15	9	161
659	83502	5247	15	10	413
660	81499	5223	15	6	26
661	63734	6795	5	7	207
662	63912	5330	15	20	351
663	20569	0	15	1	0
664	29976	919	10	14	874
665	89003	3329	5	3	45
666	62137	624	25	17	960
667	82155	7578	10	2	35
668	20543	8660	15	1	189
669	29752	875	15	26	2027
670	232717	9818	5	3	0
671	62413	412	15	21	1849
672	30006	923	5	12	261
673	203557	11762	25	9	711
674	10580	587	50	109	16808
675	21624	5799	38	70	5600
676	233432	10902	30	19	0
677	91252	6808	5	1	64
678	81735	154721	15	12	386
679	177987	10664	100	1	293
680	82582	7322	5	7	630
681	204152	10554	38	70	11817
682	21509	5210	15	44	3555
683	81502	1051	10	2	7
684	21781	5920	75	1	1781
685	29586	7887	15	23	1506
686	82764	4443	25	14	835
687	81345	7865	10	24	869
688	213365	617	5	4	192
689	80023	850	113	56	5927
690	29995	1525	5	33	2606
691	10451	6364	10	25	2913
692	61984	0	45	1	2810
693	21844	10244	15	11	369
694	20246	6107	25	11	1086

695	91233	9994	10	28	684
696	30425	8721	5	5	1007
697	233391	10891	15	8	206
698	10369	9309	10	1	11
699	62577	8419	10	27	2011
700	153928	9684	25	34	3071
701	63968	5326	25	21	406
702	62253	8446	10	13	1443
703	81971	3183	30	1	1921
704	82118	4466	10	6	368
705	82998	6377	10	5	201
706	10590	3624	38	26	2027
707	10417	8426	25	29	1688
708	10360	10560	38	18	1980
709	81691	6537	10	7	146
710	10380	4333	25	4	286
711	29947	901	10	12	187
712	30383	911	10	26	973
713	91251	671	15	13	224
714	29674	7622	38	9	629
715	19670	0	30	2	165
716	82372	5949	5	4	100
717	203513	653	5	5	223
718	29861	890	15	35	4009
719	12582	8253	10	1	163
720	157443	9719	45	11	1664
721	106563	9108	5	48	5297
722	81713	5755	15	17	378
723	83240	5994	15	12	310
724	62422	5411	15	39	4837
725	115210	9621	15	29	3181
726	82703	8053	5	0	0
727	81993	7329	10	44	2281
728	24290	4384	75	1	3495
729	62386	640	10	24	2301
730	202892	11788	15	13	1106
731	64036	0	38	4	556
732	29922	1093	5	4	312
733	82491	4482	5	5	70
734	83379	6440	5	5	411
735	20255	6108	25	12	982
736	82401	5683	10	10	445
737	21522	6361	10	19	1520
738	62437	8815	38	1	425
739	165122	9635	5	4	12
740	62356	0	5	12	1007
741	233426	10897	30	29	1058
742	21890	7025	10	26	1786
743	82237	4478	5	7	49
744	63766	7397	5	15	541
745	82855	4446	25	31	1863
746	62396	7780	25	18	2675
747	64009	5835	5	9	157
748	63854	7061	5	2	95
749	82959	5510	15	12	501
750	233024	10954	10	8	0
751	83566	16806	10	3	66
752	30018	7223	15	11	701
753	128966	9789	75	1	778
754	82978	4520	15	6	343
755	29849	873	5	12	1093
756	233441	9909	10	5	210
757	83575	4433	10	6	301
758	82672	6651	10	6	482
759	30434	4363	25	24	1920
760	81849	7540	75	2	1316
761	21603	6365	10	10	888
762	10582	9189	30	1	285
763	20601	6034	15	13	562
764	2	9078	5	3	69
765	82661	6971	5	3	360

766	12573	0	50	1	4333
767	83479	4429	15	10	448
768	81353	1035	10	25	1056
769	10510	704	5	11	830
770	29794	882	15	26	1351
771	82587	7321	5	5	383
772	83177	7101	10	7	182
773	83607	5383	10	5	323
774	63704	3179	10	18	368
775	82657	6743	15	6	718
776	83640	4434	15	6	136
777	91296	659	5	11	270
778	82297	5668	15	7	90
779	30514	1345	10	17	608
780	61916	0	45	1	815
781	203150	11763	25	11	705
782	10586	6414	10	35	2686
783	83517	5207	38	35	414
784	82567	4500	10	36	1495
785	83630	5780	10	6	157
786	29717	868	10	21	1288
787	20167	5999	38	29	3705
788	82992	5872	25	11	274
789	82526	5243	10	9	208
790	81475	1024	15	1	604
791	62431	10562	38	11	873
792	62098	5275	15	15	691
793	82955	6564	10	5	73
794	64134	6967	5	2	30
795	29596	247	25	41	4479
796	29879	7587	15	31	2301
797	64153	8125	50	1	82
798	82459	4529	38	70	3202
799	10530	685	38	37	2673
800	21881	836	10	14	544
801	61689	6897	25	23	2145
802	64022	5094	15	19	394
803	83142	6991	10	6	182
804	233418	9907	10	6	188
805	233411	10898	30	43	3472
806	63971	5334	15	11	92
807	233031	10952	10	8	297
808	204149	10544	25	41	4236
809	29891	9186	30	1	2283
810	91247	6530	10	4	139
811	83306	7319	5	2	71
812	81317	1040	10	12	794
813	82365	8649	25	1	67
814	10393	630	10	21	1055
815	29950	4358	10	10	437
816	82084	4461	15	10	528
817	82533	4504	15	22	636
818	83189	6470	5	7	280
819	63738	6762	5	9	171
820	29546	851	113	116	10358
821	64143	0	15	1	0
822	83451	5253	10	5	30
823	91357	657	10	4	77
824	62534	8438	10	7	587
825	91302	9151	100	1	5653
826	83492	5235	10	8	241
827	81823	9200	15	2	995
828	188944	10278	38	2	371
829	62553	887	15	18	1036
830	20737	0	25	40	7019
831	21774	8928	30	1	412
832	62002	619	10	21	2206
833	83662	5277	15	14	892
834	62076	622	45	47	9622
835	231664	9641	5	10	0
836	82636	6726	5	3	187

837	81742	154705	5	7	400
838	62249	8418	25	26	2816
839	81302	1042	10	28	1302
840	21529	8830	113	1	13
841	64006	5741	10	11	107
842	62536	8425	15	17	1481
843	81626	7289	5	5	104
844	83338	6490	5	5	157
845	82426	8960	5	2	39
846	82329	5669	10	5	94
847	62573	8978	15	22	1367
848	161609	9214	75	34	4399
849	62426	625	10	19	1462
850	30450	854	10	28	1557
851	63881	7004	10	17	1197
852	232373	9638	5	6	0
853	82868	7707	5	1	984
854	30035	916	5	5	565
855	63913	5364	10	5	40
856	29730	869	10	18	1467
857	81846	4450	160	2	242
858	64060	4451	50	2	361
859	82927	5788	10	8	131
860	30482	861	38	14	388
861	82005	5163	10	37	843
862	83475	4528	5	8	133
863	30354	910	25	13	164
864	83435	5252	10	4	126
865	20261	6206	50	12	1565
866	21611	5897	50	62	4292
867	82318	5943	5	4	3
868	19649	679	125	114	18400
869	83384	6441	5	4	122
870	89000	5240	10	6	54
871	82074	4457	15	24	995
872	81574	6262	15	8	226
873	83124	6997	10	4	158
874	64021	3193	5	9	198
875	82777	6573	10	8	883
876	10470	8183	5	14	1160
877	63868	6977	5	7	111
878	82104	4487	10	12	257
879	63841	7011	10	10	469
880	64025	5083	15	34	402
881	30464	857	10	11	428
882	83624	5160	10	2	160
883	10475	8424	15	27	2167
884	82423	8962	5	2	45
885	203551	11761	25	12	1030
886	83084	153096	10	10	578
887	83184	6452	15	10	297
888	82488	4502	25	30	782
889	20186	4289	25	19	3536
890	146890	9841	15	1	19
891	82045	4462	25	24	963
892	10598	0	30	14	8753
893	91259	8645	38	56	1088
894	20762	593	50	73	13453
895	153612	9880	5	1	45
896	83580	5276	15	12	377
897	83414	5331	15	10	294
898	91311	9879	5	4	688
899	82786	6765	5	11	1146
900	81928	8327	15	24	4590
901	20220	6033	25	12	896
902	21490	841	15	25	2036
903	30395	914	15	23	1230
904	82317	5995	15	5	40
905	123853	9546	5	1	44
906	82441	4507	15	32	1026
907	157123	9219	75	30	3673

908	82346	5341	10	5	62
909	19681	8867	38	1	2078
910	81325	8128	45	1	2248
911	20241	6032	25	15	1029
912	63916	5518	10	8	171
913	64141	7158	15	1	415
914	61898	7023	38	18	3826
915	30346	908	10	14	244
916	82375	5664	10	10	247
917	81629	7938	5	2	60
918	81738	6223	15	14	331
919	233380	10965	25	17	142
920	82916	6485	5	7	92
921	158083	1296	25	3	406
922	63775	3178	10	30	831
923	21921	7615	10	22	1021
924	20590	603	10	20	2185
925	62523	10558	38	24	1894
926	88698	5865	15	17	387
927	152642	9781	15	1	9
928	82480	4501	15	20	433
929	19672	5302	38	38	6422
930	21721	8718	15	22	1035
931	82728	4512	5	1	3039
932	172198	10175	30	1	1142
933	63827	7010	10	40	3616
934	81572	5729	10	5	74
935	83403	6591	10	7	339
936	198666	11666	10	7	362
937	83646	4431	10	9	404
938	30415	4360	10	26	1202
939	83536	3330	10	13	460
940	61895	613	25	27	3237
941	81829	3631	38	63	4164
942	82861	4444	25	60	2194
943	83303	16523	5	4	277
944	81497	1053	10	1	0
945	10509	0	25	33	2739
946	61968	612	45	45	4356
947	205063	10690	10	1	0
948	81664	9294	5	4	0
949	149457	0	25	1	167
950	82433	4508	15	27	1313
951	83203	8583	5	1	7
952	82705	8052	5	0	0
953	82756	4441	15	10	1002
954	123848	9655	10	1	0
955	139842	9786	15	19	3277
956	82511	5704	10	11	436
957	83199	6458	5	5	204
958	82493	8957	5	8	201
959	61732	8988	10	18	1875
960	21932	846	25	40	2237
961	10592	585	10	27	3012
962	82941	6461	5	8	21
963	61936	1719	75	1	4390
964	83220	6450	15	11	334
965	233464	9908	10	9	398
966	203765	11742	15	13	436
967	21754	6893	10	25	2364
968	83074	9088	10	6	231
969	29704	9568	15	15	1108
970	63689	0	10	18	623
971	145283	9980	10	1	475
972	20742	598	100	70	8809
973	63997	5266	15	16	536
974	62334	647	10	1	67
975	83564	9098	15	13	595
976	88725	9019	5	2	42
977	82325	5959	25	17	978
978	82406	5655	5	5	38

979	82072	4455	10	9	119
980	81895	4500	10	14	697
981	81267	1060	10	8	236
982	82952	6566	10	6	55
983	62230	8427	25	38	4861
984	129317	7904	15	32	1974
985	20294	5099	50	74	12223
986	82798	6561	10	7	444
987	81827	14507	75	1	6970
988	61986	6025	50	2	788
989	81294	1049	10	10	309
990	83523	5278	10	4	113
991	82143	4467	38	20	635
992	64115	5841	5	7	140
993	62408	837	38	2	0
994	30420	8719	5	3	123
995	83066	1364	10	9	51
996	63890	5095	15	6	113
997	81703	6992	10	11	800
998	82192	4471	5	4	60
999	62543	9148	10	1	1178
1000	83190	6465	15	4	32
1001	82017	8142	50	1	423
1002	29681	7621	38	1	120
1003	62290	6106	10	4	338
1004	82719	6599	10	2	1716
1005	21769	6014	15	1	0
1006	115202	605	25	8	683
1007	88700	2445	10	1	8
1008	81455	1023	38	19	1596
1009	153940	9787	15	7	336
1010	83152	7075	5	6	766
1011	83462	5255	10	10	198
1012	83656	7320	5	2	9
1013	91242	0	15	22	112
1014	82644	6772	5	4	45
1015	20550	8023	15	8	414
1016	81208	1057	10	15	839
1017	10690	7274	25	1	2241
1018	81688	5722	15	9	295
1019	81686	5636	15	5	42
1020	10251	626	15	19	889
1021	63871	6979	5	5	98
1022	10252	687	25	23	1348
1023	198663	11641	10	7	610
1024	63803	7003	10	13	277
1025	81314	18767	10	8	325
1026	91234	6534	10	16	256

