

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015”

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia

POSTULANTE:

Jorge Alfredo Chizaguano Tituaña

Edison David Palango Guano

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Xavier Proaño Mg.C

ASESOR DE TESIS:

Dr. Galo Terán

LATACUNGA 2015_ECUADOR



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, l@s postulantes:

- Jorge Alfredo Chizaguano Tituaña
- Edison David Palango Guano

Con la tesis, cuyo título es:

ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 31 de Julio del 2015.

Para constancia firman:

.....
Ing. Vicente Quispe
PRESIDENTE

.....
Dr. Marcelo Bautista
MIEMBRO

.....
Ms.C. Héctor Barrera
OPOSITOR

.....
Ing. Xavier Proaño Mg.C
TUTOR (DIRECTOR)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AUTORÍA

Nosotros: **Chizaguano Tituaña Jorge Alfredo** portador de la cedula de identidad **180474811-7** y **Palango Guano Edison David** portador de la cedula de identidad **050295386-2**, declaramos bajo juramento que esta tesis con el tema: **“ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015”** criterios, ideas, opiniones y comentarios emitidos en este documento son exclusiva y responsabilidad de los autores que firman a continuación.

.....
Jorge Alfredo Chizaguano Tituaña
C.I. 180474811-7

.....
Edison David Palango Guano
C.I. 050295386-2



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015”

De los señores estudiantes; **Jorge Alfredo Chizaguano Tituaña; Edison David Palango Guano**; Postulantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 31 de Julio del 2015

.....
Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado Mg.C

CI: 050265642-4

DIRECTOR DE TESIS



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

VAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de Asesor Metodológico del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015” De los señores estudiantes; Jorge Alfredo Chizaguano Tituaña portador de **CI: 180474811-7**, Edison David Palango Guano portador de **CI: 050295386-2** postulante de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 31 Julio del 2015

.....

Dr.: Galo Terán

ASESOR METODOLÓGICO

CERTIFICACIÓN

En calidad del área de distribución del Departamento de Operación y Mantenimiento de la Empresa Eléctrica Ambato S. A. a petición verbal de los interesados; Jorge Alfredo Chizaguano Tituaña CI: 180474811-7; Edison David Palango Guano CI: 050295386-2; Postulante de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Certifico que: realizaron la tesis de grado con el tema: **“ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015”**, bajo mi supervisión siguiendo los lineamientos y requerimientos del área de distribución de la Empresa Eléctrica Ambato.

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

Ambato, 31 de Julio del 2015

Atentamente:

.....
Ing. Marco Vinicio Espinoza Flores

CI: 180313037-4

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por brindarme salud y la fuerza necesaria para culminar y alcanzar cada una de mis metas propuestas.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Xavier Proaño cuya experiencia, conocimiento, guía y motivación la cual facilitó culminar el proyecto planteado

Edison Palango

DEDICATORIA

A la memoria de mi hermana María Susana Palango, que cuando estuvo presente en este mundo fue un símbolo de alegría, confianza, respeto, humildad y de trabajo siempre permanecerás en el profundo de mi corazón y de toda mi familia.

Dedico el presente proyecto a mis queridos padres: Eusebio Palango y María Francisca Guano, por el constante apoyo y la confianza que depositaron en mí, y a todos mis hermanos Daniel, Herman, Esthela y Nancy por el apoyo incondicional que tuvieron hacia mí.

A mi adora hija Lesly Moncerrath y mi querida esposa Sandra Maribel que son mi motivación más grande y la alegría de cumplir el sueño anhelado por todos.

Edison Palango

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por darme salud y vida para seguir adelante día a día.

Agradezco a mis padres, hermanos, esposa e hijo y a todos los que me apoyaron para salir adelante que siempre me han apoyado durante toda mi vida, y un agradecimiento muy especial al Ingeniero Xavier Proaño que con sus conocimientos nos guio para poder culminar este tema de tesis.

Jorge Chizaguano

DEDICATORIA.

Les dedico esta tesis a mis padres Carlos Chizaguano, María Mercedes Tituaña que día a día me apoyan y están conmigo, a Martha, Nelly, y Alex mis hermanos quienes me brindaron su apoyo incondicional en todo momento y lo siguen haciendo, a Jessica mi esposa y Daniel mi hijo que fueron mi inspiración para poder culminar esta tesis.

Jorge Chizaguano

ÍNDICE

<i>FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</i>	ii
<i>AUTORÍA</i>	iii
<i>AVAL DE DIRECTOR DE TESIS</i>	iv
<i>VAL DE ASESOR METODOLÓGICO</i>	v
<i>CERTIFICACIÓN</i>	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
<i>RESUMEN</i>	xviii
<i>AVAL DE TRADUCCIÓN</i>	xx
<i>INTRODUCCIÓN</i>	xxi
<i>CAPITULO I</i>	1
<i>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</i>	1
1.1 <i>Antecedentes de la Investigación</i>	1
1.1.1 <i>Cadena de suministro eléctrico</i>	1
1.1.2 <i>Comportamiento evolutivo de la demanda eléctrica en Ecuador</i>	1
1.1.3 <i>Análisis de la situación actual de la demanda</i>	2
1.1.4 <i>Comportamiento de la demanda</i>	2
1.1.5 <i>Proyección del consumo de energía eléctrica</i>	3
1.1.6 <i>Modelo de proyección de la demanda</i>	5
1.1.7 <i>Modelos de Proyección</i>	5
1.1.8 <i>Método de regresión simple</i>	5
1.1.9 <i>Método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)</i>	6
1.1.10 <i>Regresión lineal</i>	6
1.1.11 <i>Regresión exponencial</i>	7
1.1.12 <i>Regresión polinomial</i>	8
1.1.13 <i>Método analítico</i>	9
1.1.14 <i>Método econométrico</i>	9
1.1.15 <i>Modelos econométricos globales</i>	9
1.1.16 <i>Alimentadores Radiales</i>	10
1.1.17 <i>Características de las cargas eléctricas</i>	10
1.1.18 <i>Carga instalada CI</i>	11
1.1.19 <i>Capacidad Instalada PI</i>	11

1.1.20.	<i>Demanda.</i>	11
1.1.21.	<i>Demanda máxima.</i>	12
1.1.22.	<i>Tasa de crecimiento de la demanda.</i>	13
1.1.23.	<i>Factor de demanda.</i>	14
1.1.24.	<i>Factor de utilización.</i>	15
1.1.25.	<i>Factor de potencia.</i>	16
1.1.26.	<i>Factor de carga Fc.</i>	16
1.1.27.	<i>Factor de coincidencia Fco.</i>	17
1.2.	<i>Categorización de cliente residencial.</i>	17
1.3.	<i>Demanda de diseño.</i>	18
1.4.	<i>Cálculo de demanda de diseño.</i>	19
1.5.	<i>Cocina de inducción electromagnética.</i>	19
1.6.	<i>Calentadores eléctricos de agua.</i>	22
1.6.1.	<i>Calentador instantáneo eléctrico.</i>	23
1.6.2.	<i>Calentadores acumuladores eléctricos.</i>	23
1.7.	<i>Pliego tarifario para el sector eléctrico.</i>	24
1.7.1.	<i>Tarifa residencial para el programa PEC.</i>	24
1.8.	<i>Calidad de servicio.</i>	25
1.8.1.	<i>Aspectos de calidad.</i>	27
1.9.	<i>Software Cymdist.</i>	28
1.9.1.	<i>Características y capacidades.</i>	28
CAPÍTULO II		31
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		31
2.1.	<i>Historia de la Empresa Eléctrica Ambato regional Centro Norte S.A.</i>	31
2.1.1.	<i>Antecedentes históricos.</i>	31
2.1.2.	<i>Área de concesión de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.</i>	31
2.1.3.	<i>Misión.</i>	32
2.1.4.	<i>Visión.</i>	32
2.1.5.	<i>Principios.</i>	32
2.1.6.	<i>Ubicación geográfica.</i>	32
2.1.7.	<i>Su función.</i>	33
2.1.8.	<i>Su objetivo.</i>	33
2.2.	<i>Diseño metodológico.</i>	33
2.2.1.	<i>Métodos de investigación.</i>	33

2.2.2.	Tipos de investigación.....	33
2.3.	Técnicas de la investigación.	34
2.3.1.	La encuesta.	34
2.3.2.	Muestra.	34
2.4.	Subestación de Distribución Píllaro.	35
2.5.	Topología del Alimentador Píllaro.	36
2.6.	Curva de carga diaria del Alimentador Píllaro Centro.....	37
2.7.	Distribución de cocinas.	37
2.8.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	40
2.8.1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.	40
2.8.1.1.	Operacionalización de la Variable independiente.....	40
2.8.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DENDEPENDIENTE:	41
2.9.	Análisis e interpretación de las encuestas.	42
2.10.	Condiciones actuales del alimentador Píllaro Centro de la EEASA.	53
2.11.	Perfil de Voltaje.	53
2.11.1.	Curva de hábito horario de uso de las cocinas a GLP.	55
2.11.2.	Curva de hábito horario de uso de calefones.	56
2.12.	Proyección de número de usuarios.	56
2.13.	Potencia de las cocinas de inducción.	57
2.14.	Método aplicativo de las cocinas de inducción.	57
2.15.	Primer escenario de las cocinas de inducción mediante la metodología del MEER. 59	
2.16.	Primer escenario de los calentadores eléctricos de agua mediante la metodología del MEER.	60
2.17.	Proyección de demanda primer escenario mediante la metodología MEER. 61	
2.18.	Segundo escenario de las cocinas de inducción mediante encuestas.	64
2.19.	Segundo escenario del cálculo de los calentadores eléctricos de agua mediante encuestas.	65
2.20.	Proyección de la demanda segundo escenario mediante encuestas.	66
2.21.	Comparación del crecimiento de la demanda de cocinas de inducción y los calentadores eléctrico de agua entre el primer y segundo escenario.....	68
2.22.	Hipótesis.	69
2.23.	Verificación de la hipótesis.....	69
CAPITULO III		70
3.1.	Propuesta.....	70

3.2.	<i>Tema</i>	70
3.3.	<i>Presentación de la propuesta</i>	70
3.4.	<i>Objetivos de la propuesta</i>	71
3.4.1.	<i>Objetivo General</i>	71
3.4.2.	<i>Objetivo Específico</i>	72
3.5.	<i>Desarrollo de propuesta</i>	72
3.5.1.	<i>Diseño esquemático o implementación de la propuesta</i>	72
3.5.2.	<i>Transformadores sobrecargados</i>	73
3.5.3.	<i>Discusión de resultados obtenidos de la propuesta</i>	74
3.5.4.	<i>Tabla de resumen de los transformadores sobrecargados</i>	75
3.5.5.	<i>Factibilidad económica</i>	75
3.5.6.	<i>Factibilidad operacional</i>	79
3.5.7.	<i>Conclusiones</i>	80
3.5.8.	<i>Recomendaciones</i>	82
3.5.9.	<i>Glosario de términos y siglas</i>	83
3.6.	<i>Bibliografía</i>	86
	<i>Anexos</i>	87

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Cadena de suministro eléctrico.....	1
Figura 2. Evolución del Consumo de Energía.	1
Figura 3. Regresión lineal	7
Figura 4. Regresión exponencial.....	8
Figura 5. Regresión Polinomial.	8
Figura 6. Sistema radial de distribución.....	10
Figura 7. Demanda diría y curva de duración.	12
Figura 8. Demanda máxima de un sistema de distribución.	12
Figura 9. Cocinas de inducción electromagnética.	20
Figura 10. Calentamiento por inducción.	22
Figura 11. Calentador acumulador eléctrico.	24
Figura 12. Software CYMDIST.....	28
Figura 13. Software Cymdist.	30
Figura 14. Subestación Píllaro.	35
Figura 15. Subestación Píllaro.	36
Figura 16. Topología del Alimentador Píllaro Centro.	36
Figura 17. Curva de carga diaria días laborables.	37
Figura 18. Curva de penetración de cocinas en el S.N.I.	39
Figura 19. Perfil de voltaje al punto más alejado de la red trifásica.	54
Figura 20. Perfil de voltaje al punto más alejado de la red monofásica.	55
Figura 21. Factor de variación horaria de las cocinas a GLP	55
Figura 22. Factor de variación horaria de los calefones a GLP	56
Figura 23. Curva de demanda diversificada.....	58
Figura 24. Red de distribución alimentador Píllaro centro incorporado las nuevas cargas.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Uso de hornillas.	42
Gráfico 2. Cambio de las cocinas de gas a cocinas de inducción.	43
Gráfico 3. Cambio del sistema de calentamiento de agua.....	44
Gráfico 4. Uso del cilindro de gas mensualmente.....	45
Gráfico 5. Uso de las hornillas de las cocinas convencionales.	46
Gráfico 6. Tiempo de uso de las cocinas convencionales en la mañana.	47
Gráfico 7. Tiempo de uso de las cocinas convencionales en la tarde.	48
Gráfico 8. Tiempo de uso de las cocinas convencionales en la noche.....	49
Gráfico 9. Tiempo de uso de las cocinas convencionales para la cocción de alimentos.	50
Gráfico 10. Cuantas personas utilizan las duchas eléctricas en la mañana y noche.	51
Gráfico 11. Periodo de utilización de las duchas eléctricas en la mañana y noche.	52
Gráfico 12. Proyección del número de usuarios residenciales.....	57
Gráfico 13. Proyección de la demanda	61
Gráfico 14. Curva de la demanda en el año 2015	62
Gráfico 15. Curva de la demanda en el año 2017	63
Gráfico 16. Curva de la demanda en el año 2025	63
Gráfico 17. Proyección de la demanda II escenario.....	66
Gráfico 18. Curva de demanda de cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua 2015 mediante encuestas.	66
Gráfico 19. Curva de demanda de cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua 2017 mediante encuestas.	67
Gráfico 20. Curva de demanda de cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua 2015 mediante encuestas.	67
Gráfico 21. Cargabilidad de líneas trifásicas	68
Gráfico 22. Comparación de la demanda (kW) escenario I y II.	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escenario de crecimiento de la demanda eléctrica.....	4
Tabla 2. Elementos y componen del sistema eléctrico de distribución de acuerdo a la función que desempeña.	4
Tabla 3. Categorización de clientes residenciales.	18
Tabla 4. Demanda de diseño	18
Tabla 5. Cocinas eléctricas por empresas	38
Tabla 6. Pregunta N° 1	42
Tabla 7. Pregunta N° 2.....	43
Tabla 8. Pregunta N° 3	44
Tabla 9. Pregunta N° 4.....	45
Tabla 10. Pregunta N° 5.....	46
Tabla 11. Pregunta N° 6.....	47
Tabla 12. Pregunta N° 7.....	48
Tabla 13. Pregunta N° 8.....	49
Tabla 14. Pregunta N° 9.....	50
Tabla 15. Pregunta N° 10.....	51
Tabla 16. Pregunta N° 11	52
Tabla 17. Cabecera del Alimentador Píllaro Centro.	53
Tabla 18. Potencias de las cocinas de inducción I escenario.	59
Tabla 19. Potencias de los calentadores eléctricos de agua I escenario.....	60
Tabla 20. Calculo de las potencias de las cocinas de inducción II escenario	64
Tabla 21. Calculo de la potencia de los calentadores eléctricos de agua II escenario.....	65
Tabla 22. Capacidad de los transformadores 2025.	74
Tabla 23. Número de transformadores sobrecargados	75
Tabla 24. Presupuesto en desmantelamiento.	76
Tabla 25. Presupuesto en materiales y equipos eléctricos	76
Tabla 26. Presupuesto de transformadores monofásicos y trifásicos.....	77
Tabla 27. Presupuesto de mano de obra.....	77
Tabla 28. Presupuesto total del estudio del Alimentador Píllaro Centro.	77
Tabla 29. Calculo de ingresos	78
Tabla 30. Flujo de caja proyectado TIR, VAN	78

RESUMEN

En el Ecuador la principal fuente de energía de la cocción de alimentos y el calentamiento de agua en los hogares es el Gas Licuado de Petróleo (GLP), lo cual constituye una herramienta fundamental y necesaria para cada uno de los ciudadanos. Mediante la construcción de proyectos hidroeléctricos, el país tiene la posibilidad de cambiar las cocinas convencionales por las cocinas de inducción, por tal razón se realizó este estudio de la implementación de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua para reemplazar en el Alimentador Píllaro Centro de la Provincia de Tungurahua. El Alimentador Píllaro Centro tiene alrededor de 4159 usuarios residenciales, mismos a los que se realizó una encuesta referente al cambio de cocinas de gas a inducción en el caso de que se retire el subsidio del gas, de esta encuesta se obtuvo que el 43% de los encuestados están de acuerdo en realizar este cambio, adicional se busca la sustitución de los calefones por sistemas eléctricos eficientes de calentamiento de agua, para sustituir parcial o totalmente la utilización del Gas Licuado de Petróleo subsidiado. Mediante este estudio se proyectó el incremento de la demanda para años futuros desde el año presente al año 2025, tomando en consideración la potencia máxima unitaria proyectada de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua para cada uno de los años, donde se verificó la cargabilidad en cada uno de los transformadores monofásicos, trifásicos, redes de distribución en el Alimentador Píllaro Centro perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. Con el uso de la herramienta computacional Cymdist, se simuló las condiciones actuales y futuras a partir del consumo de energía, además de la incorporación de la carga de las cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua, de estas simulaciones se determinó la cargabilidad de los transformadores y de los mismos conductores del Alimentador Píllaro Centro.

ABSTRACT

In Ecuador, the main source of energy for cooking food and heating water in homes is Liquefied Petroleum Gas (LPG) which is a fundamental and necessary for each tool citizens through the development of projects hydropower, the country has the ability to change the conventional kitchens for induction cookers, for that reason the study of the implementation of induction cookers and electric water heaters in the feeder Píllaro Center Tungurahua province was conducted. El Alimentador Píllaro Center has about 4159 residential users was applied in order to regard the change of gas stoves for the gas subsidy, this survey detailed that 43% of respondents agree to make this change, additional replacement of water heaters are looking for efficient electric water heating systems to replace partially or completely the use of Liquefied Petroleum Gas subsidized. Through this study, the increased demand for future years was projected from the present to 2020 year, taking into account the projected induction cookers unit maximum power and electric water heaters each year, where it was verified the chargeability in each of the single-phase transformers, three-phase distribution networks in El Alimentador Píllaro Center which belong to the utility Ambato Regional Centro Norte SA. Through the use of computational tool Cymdist, the future conditions were simulated from energy consumption, in addition to the incorporation of the burden of induction cookers and electric water heaters, these simulations of the chargeability was determined transformers into Alimentador Píllaro Center.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CHIZAGUANO TITUAÑA JORGE ALFREDO, PALANGO GUANO EDISON DAVID**, cuyo título versa “**ANALIZAR LA DEMANDA ELÉCTRICA POR LA INCORPORACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y EL CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA, DEL ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A EN EL AÑO 2015**”, 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, 31 Julio del 2015

Atentamente,

.....
Lic. Marcia Chiluisa
CI: 050221430-7

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica en el país representa una fuente principal para el funcionamiento de equipos eléctricos en las áreas residenciales, industriales y comerciales, por lo que es necesario realizar los estudios para garantizar la calidad de servicio y confiabilidad del sistema eléctrico de distribución, así obtener una utilización apropiada de la matriz energética beneficiando a todas las personas del país.

La proyección de la demanda, constituye el elemento básico y fundamental sobre el cual se desarrolla la planificación y expansión del sistema eléctrico, se debe considerar a más del crecimiento tendencial de la población el consumo de energía eléctrica e importantes cargas en el sistema de distribución, dentro de ello se darán los cambios relevantes que existirán de la matriz productiva a matriz energética en el sector eléctrico ecuatoriano por la incorporación de las cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua, y para ello se deberán realizar el reforzamiento de equipos eléctricos, redes de distribución, tipos de conductores de acometidas, medidores monofásicos a medidores monofásicos de 3 hilos con voltaje de 220 V para la adaptación de las nuevas cargas.

Uno de los elementos principales que servirá para análisis de la demanda eléctrica es la caracterización y modelación del alimentador Píllaro Centro, bajo la metodología establecidos por el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER,

El presente proyecto y estudio de investigación consta de tres capítulos:

El Primer Capítulo está referido al **MARCO TEÓRICO**, en donde es posible detallar las herramientas conceptuales y se describirán de manera general el argumento necesario para el desarrollo del tema, para lo cual se aplicarán normas, estándares y especificaciones técnicas para realizar el análisis de la demanda eléctrica.

El Segundo Capítulo se elabora la **METODOLOGÍA** a utilizarse en el estudio, abarcará los detalles de la metodología, la misma que se relaciona con la

investigación de campo que es la encuesta que facilitará tomar datos reales que serán necesarios para su evaluación posterior.

El Tercer Capítulo está referido a la **PROPUESTA** con referencia al tema planteado de investigación, con los datos obtenidos sobre la metodología realizada por la inclusión de las cocinas de inducción en alimentador Píllaro Centro de la Empresa Eléctrica de Ambato Regional Centro Norte, se realizará la simulación correspondiente en el software CYMDIST. Y obtener datos sobre la proyección y análisis de la demanda eléctrica.

Finalmente se realizará las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos de la simulación del software CYMDIST.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1 Antecedentes de la Investigación.

1.1.1 Cadena de suministro eléctrico.

Según el “**Plan maestro de electrificación**” (2012-2021) menciona que: “Un sistema eléctrico es el conjunto de máquinas, de aparatos, de barras y de líneas que constituyen un circuito con una determinada tensión nominal”.

El suministro de energía eléctrica es una propiedad fundamental que se debe realizar de manera eficiente donde que los usuarios recibirán el servicio de energía eléctrica sin interrupciones para el mejor funcionamiento de distintos equipos eléctricos.

Los sistemas eléctricos pueden clasificarse por su nivel de voltaje y se utiliza la siguiente división donde los límites de la clasificación no son estrictos, dependen de criterios, normas y especificaciones técnicas como se observa en la figura 1.

Figura 1. Cadena de suministro eléctrico.



Fuente: Elaborado por los postulantes

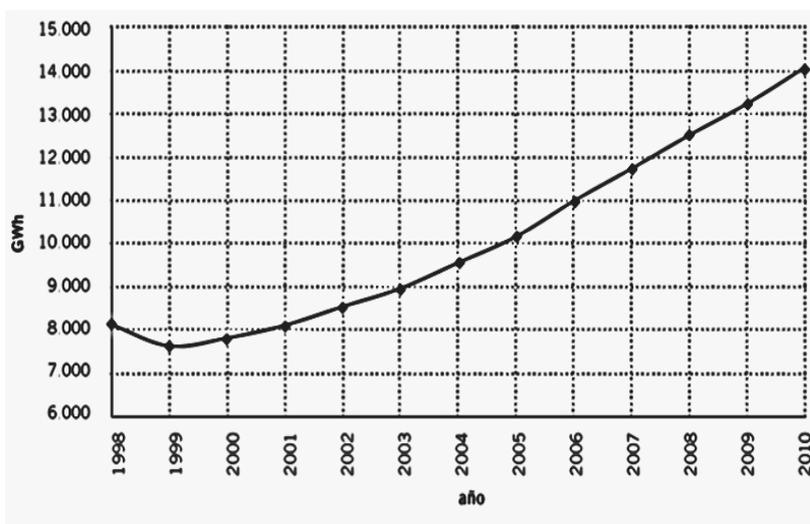
1.1.2. Comportamiento evolutivo de la demanda eléctrica en Ecuador.

Según el “**Plan maestro de electrificación**” (2012-2021) menciona que: “La demanda de energía y potencia del sistema eléctrico ecuatoriano ha mantenido un crecimiento sostenido durante la última década, registrándose una tasa media de crecimiento anual de energía en el período 2001 - 2010 de 6,3%; la mayor tasa de crecimiento fue de 8,1% en el año 2006 y la menor fue de 3,7% en el año 2001”.

En el 2010, el consumo de energía del país creció 835 GWh respecto al 2009, convirtiéndose en el mayor incremento de la última década. En la figura 2 se observa la evolución del consumo de energía eléctrica en Ecuador y las tasas de crecimiento anual respectivamente.

El crecimiento evolutivo de la demanda de energía eléctrica en el Ecuador se ha mantenido debido al mismo crecimiento de la población, las mismas que requieren un servicio de energía eléctrica continuo. Esto implica un crecimiento de la demanda eléctrica aproximadamente en un 8,1% en los últimos años.

Figura 2. Evolución del Consumo de Energía.



Fuente: Plan maestro de electrificación 2012-doc 10132-PME2012-2021

Información: Recopilado por los postulantes.

1.1.3. Análisis de la situación actual de la demanda.

El “**Plan Maestro de Electrificación**” (2013 – 2022) menciona que: “Esta etapa comprende el análisis de las características, dinámica y funcionamiento actuales de la demanda (clientes y energía) con el objeto de identificar las variables o factores que afectan su comportamiento. Esto es con la intención de actuar sobre el funcionamiento de las variables para controlar su trayectoria y poder proyectar la demanda de energía eléctrica”.

En primer lugar, se deben caracterizar y evaluar desde el punto de vista estadístico las series a proyectar mediante gráficas y tablas, de tal modo se debe tener conocimiento sobre cambios en el esquema administrativo de las empresas, extensiones de redes de distribución, modificaciones en el sistema de medición de consumos, etc.

Este procedimiento permite detectar algún comportamiento típico de mercado en los datos durante el período histórico de referencia. Como primer paso se analizaron las series históricas de las variables cantidad de clientes y energía de cada grupo de consumo (Residencial, Comercial, Industrial, Alumbrado Público y Otros).

En este procedimiento permitirán detectar cada uno de los factores y componentes que ocasionaron la demanda eléctrica durante datos históricos de los últimos años, con referencia al año presente para la proyección de la demanda por la incorporación de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua que se integran al sistema eléctrico ecuatoriano.

1.1.4. Comportamiento de la demanda.

El “**Consejo Nacional de Electricidad CONELEC**” menciona que: “La situación macro-económica del país de los últimos años, permite un mejor tratamiento metodológico de las proyecciones de la demanda eléctrica”.

Adicionalmente, siguen con mayor protagonismo las empresas distribuidoras, las cuales por la cercanía y conocimiento del mercado de su área de concesión, están, o deben estar, mejor preparadas para determinar la previsión de sus necesidades futuras de energía y potencia eléctrica.

Para hacer factible la participación de las empresas en los análisis de la proyección de la demanda eléctrica, se han continuado efectuando procesos de consulta por parte del CONELEC. Como resultado de estos procesos, las distribuidoras establecen y presentan sus demandas por cada subestación de su sistema y el total de la empresa. La evolución del mercado eléctrico ecuatoriano, en lo que la demanda de energía y potencia se refiere, se ha mantenido una situación de crecimiento durante los últimos años.

El CONELEC como ente regulador de las empresas distribuidoras del país busca una mejor alternativa de realizar una proyección de la demanda de energía con el propósito de determinar y abastecer las necesidades que pueda tener el país.

1.1.5. Proyección del consumo de energía eléctrica.

El “**Consejo Nacional de Electricidad CONELEC**” menciona que: “En la proyección del consumo se mantienen los tres escenarios de crecimiento: menor, medio y mayor, en función del crecimiento del producto interno bruto y las metas del nivel de precios y cobertura del servicio eléctrico que se desean alcanzar”.

Los escenarios de crecimiento de la demanda de electricidad tienen como uno de sus componentes, la cobertura del servicio. Este parámetro y el del crecimiento de la economía se establecen en la siguiente tabla 1.

La proyección de consumo de energía posee tres escenarios distintos como son la hora base, medio y la hora punta se puede realizar las proyecciones tomando estas consideraciones para así abastecer la demanda tanto en energía y potencia que pueda tener el país y las empresas distribuidoras.

Tabla 1. Escenario de crecimiento de la demanda eléctrica.

EXPECTATIVA	MENOR	MEDIO	MAYOR
Cobertura urbana año 2009	93,0	93,5	93,9
Cobertura rural año 2009	86,4	87,3	88,0
Cobertura nacional año 2009	90,9	91,3	91,8
PBI anual medio año 2009	1,4	2,6	3,8
Cobertura urbana año 2020	96,7	97,7	98,5
Cobertura rural año 2020	92,0	93,0	93,7
Cobertura nacional año 2020	95,4	96,3	97,1
PBI anual medio años 2009- 2020	3,3	4,3	5,2

Fuente: CONELEC

Información recopilada: por los postulantes

Un aspecto importante para la proyección de la demanda ha sido el incorporar en el Plan, la recuperación de pérdidas de energía, según las regulaciones que el CONELEC ha dispuesto sobre este tema. Específicamente, el Reglamento de Tarifas y las Regulaciones. Como otro aspecto importante en la actualización de la demanda, se considera los sectores no incorporados al Sistema Nacional Interconectado.

Tabla 2. Elementos y componen del sistema eléctrico de distribución de acuerdo a la función que desempeña.

Sistema de Subtransmisión	Subestación de Distribución	Alimentador Píllaro	Transformador de Distribución	Tramos Secundaria y Acometidas
Circuitos que inician es subestaciones de gran potencia para alimentar subestaciones de distribución.	Reciben potencia de los circuitos de subtransmisión y transforman al nivel de tensión del Alimentador Primario.	Circuitos que se inician en las subestaciones de distribución y proporcionan la ruta de flujo de potencia a los transformadores de distribución.	Transfieren la potencia reduciendo la tensión primaria al nivel de utilización de los clientes.	Distribuyen potencia en el ámbito secundario desde el transformador hasta su uso final.

Fuente: ESPINA ALVARADO José

Información: Recopilado por los postulantes.

1.1.6. Modelo de proyección de la demanda.

Según “**Ariza Ramírez Adriana Maricela**” (2013) menciona que “El primer paso en la planificación de un sistema eléctrico de potencia constituye el pronóstico de la demanda de potencia y energía”.

La importancia que tiene el propósito en la toma de decisiones, ha llevado a la gente que se ocupa de este tema a tratar de encontrar modelo que permita al planificador tener una idea de lo que puede ser el futuro en cuanto a la magnitud de la demanda y a los patrones esperados del comportamiento del consumidor.

1.1.7. Modelos de Proyección.

Según “**Ariza Ramírez Adriana Maricela**” (2013) menciona que “Se presentan en síntesis los modelos de proyección de la demanda señalando sus características principales que deben ser observados para su correcta aplicación en el corto, mediano y largo plazo a la vez que se pretende escoger la metodología que a nivel de las empresas distribuidoras de energía, sea el más apropiado”.

Para la proyección de la demanda sea en energía y potencia se debe utilizar diferentes modelos matemáticos para realizar la proyección partiendo de los datos históricos del consumo de energía o potencia de cada empresa distribuidora para llegar a determinar en cuanto crecerá la demanda a años futuro.

1.1.8. Método de regresión simple.

Según “**Ariza Ramírez Adriana Maricela**” (2013) menciona que “Los modelos o métodos de regresión son una función matemática que intenta modelar probabilísticamente a una variable de estudio en relación a uno o más predictores de interés”.

En el método de regresión simple hay solo una variable simple independiente y dependiente, donde se puede emplear el conocimiento de la variable independiente para pronosticar la variable dependiente.

1.1.9. Método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Según “**Ariza Ramírez Adriana Maricela**” (2013) menciona que “El criterio de este método consiste en pronosticar estimadores de los parámetros que minimicen la suma de los mínimos cuadrados de los errores”.

Operativamente el proceso es construir una función objetivo en términos de la suma de los cuadrados de los errores y mediante optimización. (Condiciones de primer orden (C.O.P)) y condiciones de segundo orden (C.S.O) obtener las fórmulas de cálculo de los estimadores.

Debido a que la función de regresión poblacional no se puede observar directamente, los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios se obtienen a partir de la función de regresión muestral (F.M.R).

1.1.10. Regresión lineal.

Según “**Ariza Ramírez Adriana Maricela**” (2013) menciona que “Una línea recta es un modelo gráfico más sencillo para relacionar una variable dependiente con una sola variable independiente”.

Este método consiste en encontrar la ecuación de la recta que mejor se ajuste al conjunto de puntos de datos X, Y, es decir, calcula la suma de distancias al cuadrado entre los puntos reales y los puntos definidos por la recta estimada a partir de las variables introducidas en el modelo de forma que la estimación será que minimice estas distancias. A esta línea se le conoce como línea de regresión.

La ecuación que describe esta línea recta es la siguiente forma:

$$Y = b_0 + bX + \epsilon$$

Ecuación 1

Dónde:

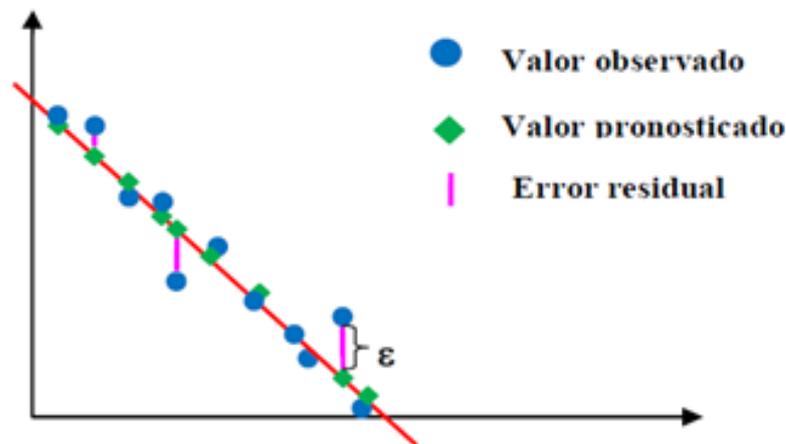
b_0 : Intersección en eje Y cuando $X = 0$

b : pendiente de la recta, representa la cantidad de cambio en **Y** al incrementar **X** en una unidad.

ϵ = diferencia entre el valor real y el valor estimado o pronosticado.

El método empleado para determinar los valores de **b_0** y **b** se conoce como **Métodos de Mínimos cuadrados**, esta encuentra la mejor relación lineal entre variable independiente y dependiente como se observa en la figura 3.

Figura 3. Regresión lineal



Fuente: ARIZA RAMÍREZ Adriana Maricela

Información: Recopilado por los postulantes.

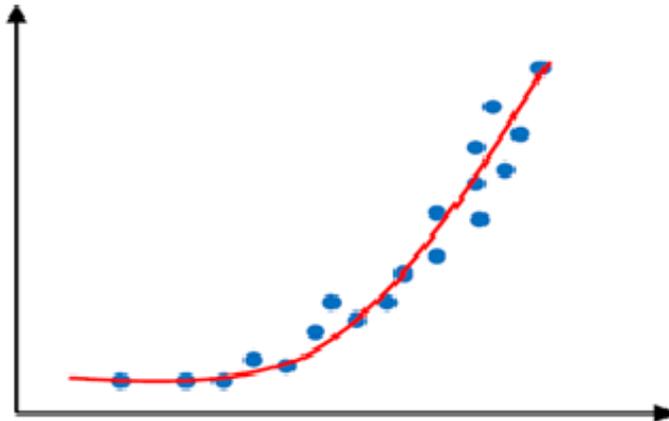
1.1.11. Regresión exponencial.

Este tipo de regresión tiene como ecuación característica descrita como se muestra en la siguiente ecuación, en la figura 4 se puede observar la regresión exponencial.

$$Y = a \times e^{bx}$$

Ecuación 2

Figura 4. Regresión exponencial.



Fuente: ARIZA RAMÍREZ Adriana Maricela

Información: Recopilado por los postulantes.

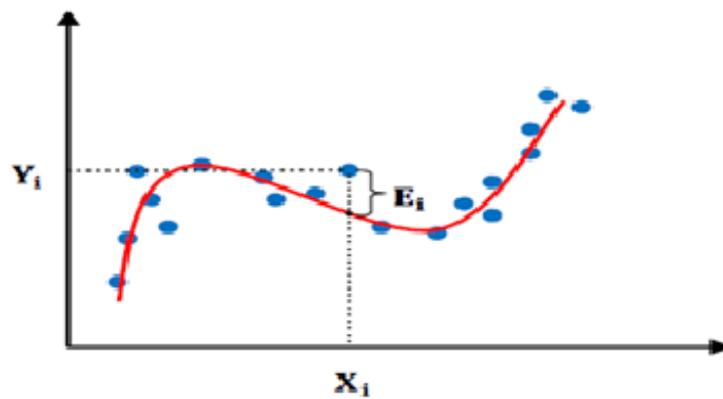
1.1.12. Regresión polinomial.

Este tipo de regresión se representa la relación que existe entre la variable independiente X, y dependiente Y, dicha relación no es lineal, en la figura 5 se observa la regresión polinomial.

$$y = ax^2 - ax + a$$

Ecuación 3

Figura 5. Regresión Polinomial.



Fuente: ARIZA RAMÍREZ Adriana Maricela

Información: Recopilado por los postulantes.

1.1.13. Método analítico.

Consiste en el cálculo de valores futuros de los datos analizados mediante métodos de ajuste estadístico. Estas relaciones representan los datos en cuestión como funciones del tiempo.

1.1.14. Método econométrico.

Según “**Andrade Narváez Mario Humberto**” (1999) menciona que “Relacionan algunas variables explicativas con el crecimiento de la demanda”.

Variable que para su aplicación en la proyección de la demanda requieren conceptos de desarrollo económico generalmente son discutidas con las respectivas entidades especializadas.

1.1.15. Modelos econométricos globales.

Según “**Andrade Narváez Mario Humberto**” (1999) menciona que “Los modelos globales se basan en la extrapolación del consumo de energía eléctrica total, según las tendencias registradas en el pasado o correlaciones con parámetros macroeconómicos”.

En los modelos econométricos globales todos los sectores socioeconómicos se consideran funcionados y no hay ningún tipo de desagregación a nivel de las variables independientes.

Los modelos pueden tener las siguientes formas:

$$DE = A \times (PBI)^a$$

Ecuación 4

Dónde:

DE: demanda de electricidad (MWh)

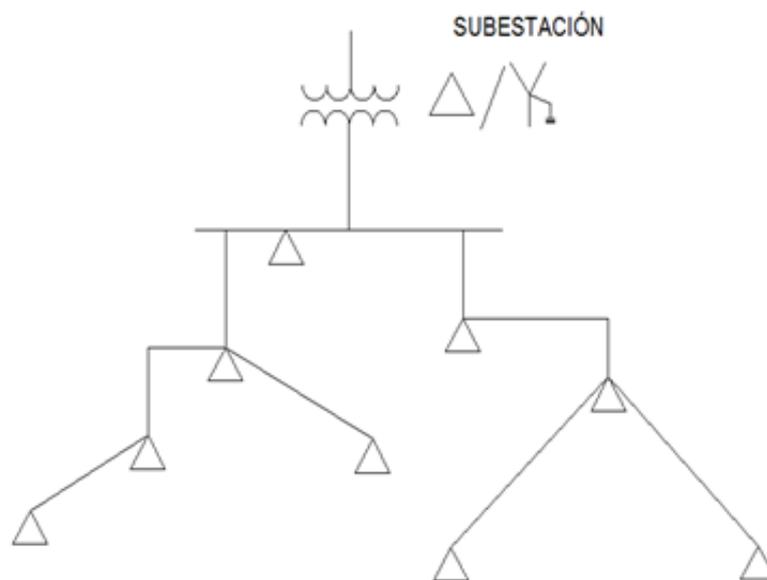
PBI: producto interno bruto

A, a: constante a estimar

1.1.16. Alimentadores Radiales.

Los alimentadores de distribución radiales pueden tener amplias derivaciones en medio y bajo voltaje. Permitiendo energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, con distintos niveles de voltaje. Más del 80% de los sistemas Alimentadores están en conexión radial, pero en la mayoría de los casos el sistema de distribución está construido como una red, que es operada radialmente. Un alimentador de distribución radial se caracteriza por tener una sola ruta para el flujo de potencia entre la fuente (subestación de Distribución) y cada cliente como se observa en la figura 6.

Figura 6. Sistema radial de distribución.



Información: Recopilado por los postulantes.

1.1.17. Características de las cargas eléctricas.

Los sistemas eléctricos de distribución, existen para abastecer de potencia y energía a los usuarios finales, por lo tanto las características de las cargas son de gran importancia ya que influyen directamente en los sistemas de transmisión como en distribución.

1.1.18. Carga instalada CI.

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “La carga Instalada es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a parte de él”.

Es la sumatoria de las potencias nominales de todos los aparatos y equipos que se encuentran conectados a un sistema eléctrico sea que estén en operación o no, se le puede expresar de la siguiente manera kVA, MVA, kW o MW.

$$CI = \sum \text{potencias nominales de las cargas [kVA].} \qquad \text{Ecuación 5}$$

1.1.19. Capacidad Instalada PI.

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “La capacidad Instalada corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores), instalados a líneas que suministran la potencia eléctrica a las cargas o servicios conectados”.

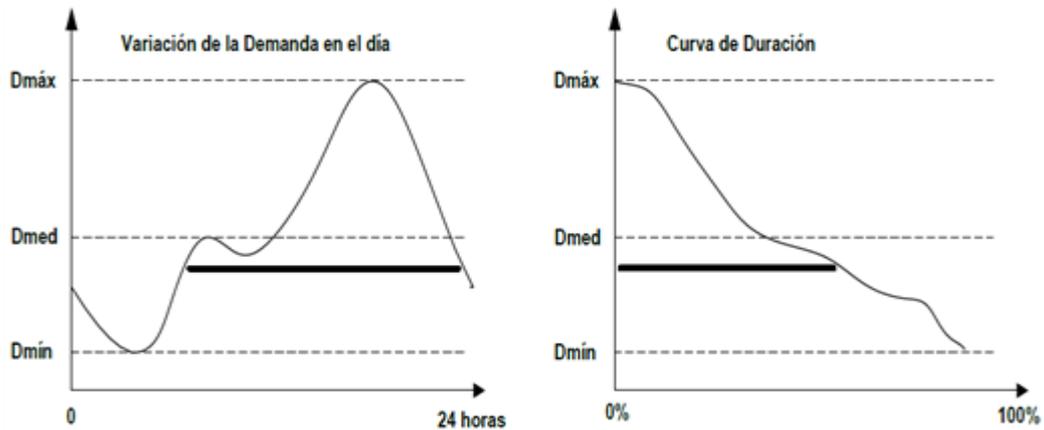
1.1.20. Demanda.

Según “**Carlos Mauricio Orellana y Marcos Iván Pañi Universidad de Cuenca**” menciona que: “La demanda es el promedio de la potencia en durante un periodo de tiempo determinado, a menudo puede ser de 15, 20 o 30 minutos. El intervalo de la demanda es un intervalo de tiempo del cual se toma el valor medio de la potencia para establecer una demanda primordial”.

La demanda máxima durante un periodo de tiempo es la forma más común de cuantificar un circuito, la variación de la demanda en el tiempo para la carga dada origina la curva de carga como se muestra en la figura 7.

La demanda eléctrica es la potencia requerida por un sistema o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo previamente establecido. Los intervalos de demanda empleados pueden ser de 15, 30 o 60 minutos, de ellos el más usual es de 15 minutos.

Figura 7. Demanda diría y curva de duración.



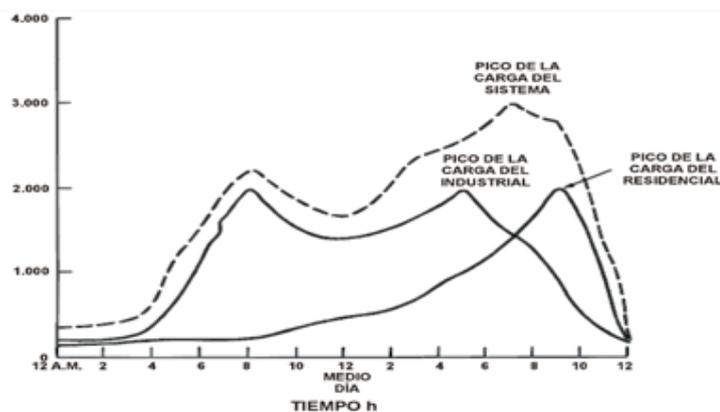
Fuente: RAMIREZ CASTAÑO Samuel

Información recopilada: por los postulantes.

1.1.21. Demanda máxima.

Se conoce como demanda máxima de una carga, a la demanda instantánea mayor que se presenta en una carga en un periodo de tiempo establecido como se puede apreciar en la figura 8.

Figura 8. Demanda máxima de un sistema de distribución.



Fuente: RAMIREZ CASTAÑO Samuel

Información recopilada: por los postulantes.

1.1.22. Tasa de crecimiento de la demanda.

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “La tasa de crecimiento de la demanda eléctrica 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”.

Para el diseño de circuitos primarios se debe tomar en consideración las proyecciones de la demanda en la zona de influencia de la línea primaria o de la subestación. En estos casos y teniendo en cuenta los datos estadísticos confiables y numerosos que permiten aplicar y determinar una tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento de la demanda en redes de distribución es diferente para cada clase de consumo, es evidente que el aumento de la demanda máxima individual, que es el criterio de diseño, es mayor para una zona de consumo bajo que para una zona de consumo medio o alto.

Para el diseño de circuitos primarios es necesario hacer proyecciones de la demanda en la zona de influencia de la línea primaria o de la subestación. En estos casos y teniendo en cuenta la escasez de datos estadísticos confiables y numerosos que permiten aplicar criterios de extrapolación, es necesario determinar una tasa de crecimiento geométrico en base a los siguientes factores:

- El crecimiento demográfico.
- El aumento en el consumo por mejoramiento del nivel de vida.
- Los desarrollos industriales, comerciales, turísticos, agropecuarios y otros previsibles.
- El posible represamiento de la demanda debido al mal servicio prestado anteriormente.

La tasa de crecimiento de la demanda se puede obtener mediante análisis estadístico de datos históricos materializados en las curvas de carga anual cuando se grafican como mínimo para los últimos 4 años.

La tasa de crecimiento de la demanda está dada por:

$$r = \sqrt[n]{\frac{Dn}{D0}} - 1 \quad \text{Ecuación 6}$$

Denominada tasa de crecimiento geométrico, o por.

$$r = \frac{\frac{Dn}{D0} - 1}{n} \quad \text{Ecuación 7}$$

Denominada tasa de crecimiento aritmético donde:

D0= Demanda actual.

Dn= Demanda para el período de proyección (cargas de diseño).

n= Período de proyección.

n= 15 años para redes de distribución

n= 8 años para transformadores de distribución.

Puede concluirse entonces que una red puede diseñarse con una capacidad tal que pueda satisfacer tanto la carga actual como la carga futura que aparezca durante la vida útil de la red.

1.1.23. Factor de demanda.

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “El factor de demanda en un intervalo de tiempo t, de una carga, es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada”.

El factor de demanda por lo general es menor que 1, será unitario cuando todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales.

El factor de demanda por lo general es menor que 1, siendo 1 sólo cuando en el intervalo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales, lo cual es muy improbable.

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total instalada se opera simultáneamente.

Matemáticamente, este concepto se puede expresar como:

$$FD = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Carga Instalada}} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$FD = \frac{DM}{CI} \leq 1 \quad \text{Ecuación 9}$$

1.1.24. Factor de utilización.

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “El factor de utilización es un sistema eléctrico en un intervalo de tiempo t, es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema (capacidad instalada)”.

El factor de utilización establece qué porcentaje de la capacidad del sistema de distribución está siendo utilizado durante el pico de carga.

Es decir:

$$Fu = \frac{DM}{PI} \quad \text{Ecuación 10}$$

Dónde:

Fu=Factor de utilización.

Dm= Demanda máxima.

PI=Capacidad Instalada.

Es conveniente hacer notar que mientras el factor de demanda, da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de carga en el intervalo considerado, (es decir, indica la utilización máxima del equipo o instalación).

1.1.25. Factor de potencia.

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “Es la relación entre la potencia activa (W, kW o MW) y la potencia aparente (VA, kVA, MVA), determinada en el sistema o en uno de sus componentes”.

$$\cos\phi = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} \qquad \text{Ecuación 11}$$

La incidencia más importante del factor de potencia es en el porcentaje de pérdidas y en la regulación de voltaje y por lo tanto, en la calidad y economía del servicio eléctrico.

1.1.26. Factor de carga F_c .

Según “**Ramírez Castaño Samuel (2010)**” menciona que: “Se define como la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo”.

El F_c indica el aprovechamiento de las potencias instaladas para satisfacer la demanda, donde el factor de carga indica picos de demanda excesivamente grandes frente a una demanda promedio.

En este caso el intervalo que generalmente se considera para el cálculo del valor de demanda máxima es la instantánea. En la determinación del factor de carga de un sistema, es necesario especificar el intervalo de la demanda en el que están considerados los valores de demanda máxima instantánea D_m y la demanda promedio D_p ya que para una misma carga, un periodo establecido mayor, dará como resultado un factor de carga más pequeño, o sea:

$$F_c \text{ Anual} < F_c \text{ mensual} < F_c \text{ semanal} < F_c \text{ diario.}$$

Otra forma de expresar el factor de carga que permite un cálculo en forma simple es la siguiente:

$$F_c = \frac{D_p \times t}{D_m \times t} = \frac{\text{Energía absorbida en el tiempo } t}{D_m \times t} \quad \text{Ecuación 12}$$

En donde t es el intervalo de tiempo considerado (días, meses, años)

El factor de carga anual será.

$$F_{c \text{ anual}} = \frac{\text{Energía total anual}}{D_m \text{ anual} \times 8760} \quad \text{Ecuación 13}$$

1.1.27. Factor de coincidencia F_{co} .

Según “Ramírez Castaño Samuel (2010)” menciona que: “Es la relación entre la demanda máxima coincidente de un grupo de consumidores y la suma de las demandas de potencia máxima de consumidores individuales que conforman el grupo, ambos tomados en el mismo punto de alimentación para el mismo tiempo”.

El factor de coincidencia es el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo, en donde se refleja la coincidencia de las cargas.

$$F_{co} = \frac{\text{Demanda máxima coincidente}}{\text{Suma de demandas máximas individuales}} = \frac{D_{M \text{ grupo}}}{\sum_{i=1}^R D_{Mi}} = \frac{1}{F_{div}} \quad \text{Ecuación 14}$$

La aplicación correcta del F_{co} constituye un elemento muy importante en la planeación del sistema, ya que será la demanda máxima corregida por este factor la que se deberá aplicar para seleccionar el equipo (transformadores o cables) de la red, haciendo más real y económico el diseño.

1.2. Categorización de cliente residencial.

La categoría de usuarios quedará determinada de acuerdo a los parámetros definidos en la tabla 3 como se observa a continuación.

Tabla 3. Categorización de clientes residenciales.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
A	Área de construcción superior a 251 m ²
B	Área de construcción de 151 a 250 m ²
C	Área de construcción de 61 a 150 m ²
D	Área de construcción menor a 60 m ²

Fuente: Guías de diseño EEASA

Elaborado por: Los postulantes

En la zona rural se puede categorizar tomando en cuenta el siguiente procedimiento.

- Conglomerados y grupos compactos de habitantes o por otra parte aquello cuyo consumo específico sea de 60 a 150 kWh, se ubica en la categoría **C**.
- Zonas de cargas dispersas o que a su vez tengan un consumo específico menor a los 60 kWh se asignan a la categoría **D**.

1.3. Demanda de diseño

Una vez definida la categoría a la cual este asociado el usuario se establece la demanda máxima unitaria para condiciones actuales y con proyección a 10 años como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Demanda de diseño

CATEGORÍA	DMU (KVA) ACTUAL	DMU (KVA) PROYECTADA A 10 AÑOS
A	3.6	3.9
B	2.4	2.7
C	1.5	1.7
D	0.8	0.9

Fuente: Guías de diseño EEASA

Elaborado por: Los postulantes

Los valores de DMU actuales se utilizarán en los cálculos de demanda para operación y mantenimiento, y los DMU en diseño de redes.

Para completar los valores de demanda requeridos para el dimensionamiento de las redes se tabula en la base de resultados anteriores, las demandas proyectadas diversificadas en función del número de clientes.

Las demandas aquí definidas, corresponden únicamente a las demandas determinadas por los clientes del proyecto. Adicionalmente para el cálculo de las demandas de diseño se deberá considerarse los siguientes aspectos.

1.4. Cálculo de demanda de diseño.

En consecuencia, la fórmula general para determinar la demanda de diseño en un punto dado de la red es la siguiente.

$$DD = DMp + Ce \qquad \text{Ecuación 15}$$

Dónde:

DD = Demanda de diseño

DMp = Demanda diversificada proyectada

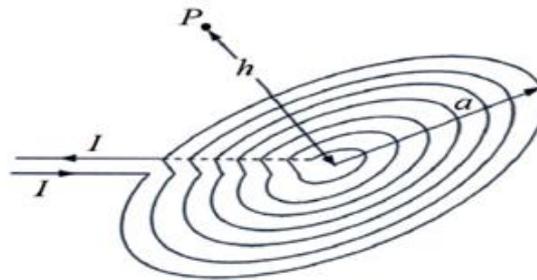
Ce = cargas especiales puntuales.

1.5. Cocina de inducción electromagnética.

Según “**Alberto Tama Franco**” menciona que: “La cocina de inducción es un tipo de cocina Vitrocerámica, cuyo elemento principal, ubicado debajo de la zona de cocción, es una bobina plana de cobre y con forma de espiral, por la que se hace pasar una corriente eléctrica I de frecuencia variable (60-100kHz), la misma que genera una densidad de flujo magnético alterno, con la misma frecuencia con la que varía la corriente en la bobina”.

Debido a que la bandeja (cacerola, olla, sartén, cazuela, puchero, etc.), que se asienta en la zona de cocción, está muy aproximada a la precitada bobina espiral, el campo magnético como se observa en la figura 9.

Figura 9. Cocinas de inducción electromagnética.



$$B(P) = \sum_{i=1}^N \frac{\mu_0 I (ai)^2}{2N^2 \left[h^2 + \left(\frac{ai}{N} \right)^2 \right]^{3/2}} \mu_z$$

Fuente: TAMA FRANCO Alberto

Información recopilada: por los postulantes.

Este campo magnético, no provoca interacción alguna si no está presente algún conductor eléctrico. Los recipientes (cacerolas, ollas, sartenes, cazuelas, pucheros, etc.) que se utilizan en las placas de inducción, deben estar contruidos de materiales metálicos que tengan excelente conductividad eléctrica, asegurando de esta manera, que la resistencia eléctrica del recipiente sea muy pequeña, lo cual posibilita la circulación interna de las llamadas corrientes inducidas.

Adicionalmente, estos materiales deben ser ferromagnéticos, con la finalidad de aprovechar la histéresis magnética, que es la propiedad que tienen dichos materiales de presentar oposición al cambio de la densidad de flujo magnético.

El precitado campo magnético atraviesa sin obstrucciones a través de la cubierta de cerámica (material dieléctrico) de la placa de cocción; y penetra en la bandeja (cacerola, olla, sartén, cazuela, puchero, etc.) que se asienta en la zona de cocción,

creando una corriente circular en la base eléctricamente conductora de la cacerola (corrientes de Foucault– corrientes de Eddy en inglés). Por la presencia de estas corrientes inducidas; y debido a la frecuencia que se está utilizando, se disipa energía en forma de calor por el efecto Joule, de manera elevada y rápida. Este principio detallado anteriormente se llama inducción magnética.

El campo alterno al ser forzado a ingresar en la capa externa de la base del recipiente; y en virtud de que la base de la cacerola está construida de un material conductor de excelente conductividad eléctrica, se incrementa la resistencia AC del material al incrementar la frecuencia de operación, produciendo un intenso calor; haciéndose presente además el efecto piel o efecto pelicular; por el cual, la intensidad del campo difícilmente puede propagarse en este tipo de materiales y su intensidad decrece rápidamente.

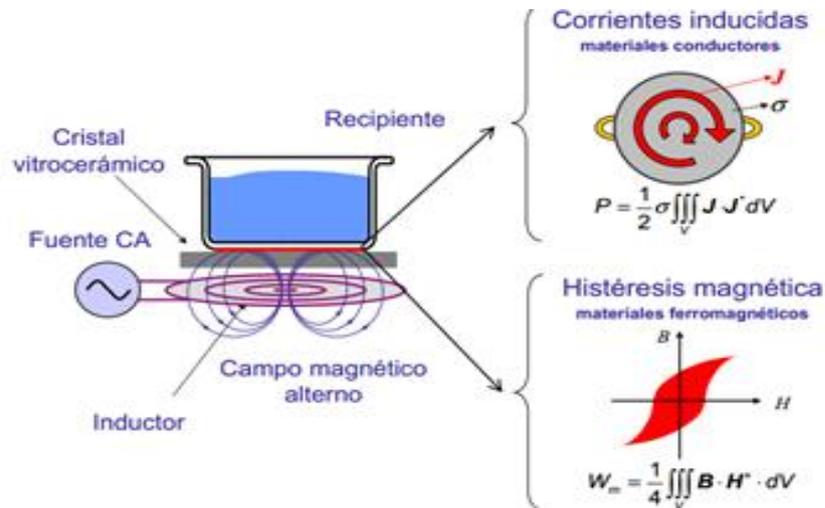
De igual manera, dicho campo magnético alterno, dentro de la base de la cacerola, también magnetiza y desmagnetiza repetidamente el referido material, provocando que las molé- culas de hierro vibren entre 20,000 a 50,000 veces por segundo, y la fricción entre ellas produce un calor adicional (pérdida por histéresis).

La superposición del calor liberado el efecto Joule, del calor liberado por el efecto pelicular y del calor debido a las pérdidas por histéresis es el que se emplea para cocinar los alimentos.

Estas corrientes inducidas generan gran calor en la base del recipiente, pero solo en el recipiente, ya que los materiales vitro cerámicos no son conductores y los campos magnéticos no provocan en ellos ninguna inducción. Esto supone que, al calentar el recipiente, este calienta la superficie de la hornilla y no ésta la cacerola.

Todo funciona como si una transferencia “mágica” de energía de la red alcanzase la cacerola. Solo la cacerola se calienta, y solo hay consumo de energía cuando hay cacerola, alcanzándose la mayor eficiencia energética posible como se observa en la figura 10.

Figura 10. Calentamiento por inducción.



Fuente: BURDÍO José Miguel

Información recopilada: por los postulantes.

1.6. Calentadores eléctricos de agua.

Según “Mola Morales Francisco 1^{ra} Edición (INNOVA 2012)” menciona que: “Un calentador de agua es un aparato termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua”.

Los calentadores eléctricos de agua son de mayor utilización en la actualidad ya que utilizan energía eléctrica para su funcionamiento y así evitan de consecuencias graves de explosiones, asfixias ocasionados por el GLP. También pueden utilizarse nivel industrial, con un uso muy variado y de mayor seguridad.

El agua calentada se utiliza para fines domésticos, como duchas, fregaderos, limpieza o para generar calefacción. También pueden utilizarse nivel industrial, con un uso muy variado.

1.6.1. Calentador instantáneo eléctrico.

Según “**Mola Morales Francisco** 1^{ra} Edición (INNOVA 2012)” menciona que: “Los calentadores eléctricos instantáneos disponen de unas resistencias calentadoras de inmersión, se comercializan desde los 8000 Watts (1,91 kcal/s) hasta los 22000 Watts (5,25 kcal/s)”.

Las potencias de los calentadores instantáneos eléctricos son bastantes menores que la del gas, es decir que la resistencia que posee los calentadores incrementan la temperatura para el calentamiento de agua.

1.6.2. Calentadores acumuladores eléctricos.

Según “**Mola Morales Francisco** 1^{ra} Edición (INNOVA 2012)” menciona que: “Es un depósito térmicamente que tiene dos resistencias eléctricas que calientan el agua, un termostato que regula la temperatura del agua y dos tubos, para la entrada y salida del agua. La disposición de los tubos es importante para tener siempre agua caliente”.

El agua fría entra por la base del termo, mientras que el tubo de salida con agua caliente, es un tubo largo, que llega hasta la parte superior del termo; de esta forma, siempre sale el agua caliente que se acumula en la parte inferior, mientras que el agua fría entra se queda abajo hasta que la resistencia la calienta. Como se observa en la figura 11.

Figura 11. *Calentador acumulador eléctrico.*



Fuente: MOLA MORALES Francisco José

Información recopilada: por los postulantes.

En la entrada del agua fría dispone de una válvula anti retorno, para evitar que el agua caliente pase a la tubería de alimentación de agua fría. También viene equipado con una válvula de seguridad de desagüe, la electricidad es más cara que el empleo de combustible o gases, aunque resulta más cómoda y limpia.

1.7. Pliego tarifario para el sector eléctrico

El presente pliego tarifario se sujeta a las disposiciones establecidas en el mandato constituyente N° 15 ley de régimen del sector eléctrico, reglamento general de la ley de régimen del sector eléctrico, codificación del reglamento de tarifas eléctricas y en la ley Orgánica de defensa del consumidor y su correspondiente reglamento en los aspectos atinentes a la prestación de servicio de energía eléctrica.

1.7.1. Tarifa residencial para el programa PEC

Se aplica a los consumidores sujetos a la categoría residencial que se registren en el programa PEC, conforme los lineamientos establecidos por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable para su implementación.

Esta tarifa se aplicará en función del incremento del consumo de energía eléctrica mensual de cada abonado, que se denominara consumo incremental (**Consumo Incremental**), para lo cual se considerará los siguientes límites.

- **Cocción eléctrica:** un consumo incremental de hasta 80 kWh-mes sin importar su nivel de consumo estrato socio económico, ubicación geográfica tipo de cocina eléctrica de inducción o fecha de adquisición del electrodoméstico.
- **Calentamiento de agua sanitaria que usen sistemas eléctricos:** un consumo incremental de hasta 20 kWh-mes.
- **Cocción eléctrica y Calentamiento de agua sanitaria que usen sistemas eléctricos:** Poseen un consumo incremental de hasta 100 kWh-mes.

En Consumo Incremental, en cada caso se establecerá considerando un consumo base (**Consumo Base**), el mismo que lo determinará la empresa distribuidora y será el resultante del análisis estadístico del historial de consumos de energía eléctrica de los últimos 12 meses del abonado, previo a su registro en el programa PEC.

1.8. Calidad de servicio.

Según la “**REGULACION N°. CONELEC – 004/01**” menciona que: “La calidad de servicio eléctrico de distribución, está caracterizada por un suministro adecuado y controlado de energía eléctrica, una convivencia satisfactoria con otros agentes y el abastecimiento de niveles de compatibilidad electromagnética, lo cual desde un punto de vista del suministro eléctrico comprende tres aspectos: la continuidad del suministro o comúnmente llamado, servicio técnico, la calidad de producto y la atención o servicio comercial”.

Para regular la calidad del servicio eléctrico de distribución, es necesario mencionar los aspectos que intervienen.

- Agentes: las empresas eléctricas de generación, transmisión y distribución, los usuarios de energía eléctrica, el ente regulador y control, entidades normativas internacionales, fabricantes de dispositivos eléctricos, cada uno de ellos con una responsabilidad asociada y obligaciones que deben cumplir.
- El costo asociado a la calidad de servicio eléctrico, entre los cuales están los costos de inversión y operación para llegar a un determinado nivel de calidad.
- El costo de la falta de calidad a los usuarios.
- La medición de la calidad del servicio debe realizarse de forma confiable y objetiva a través de indicadores o índices.

El Distribuidor debe implementar y mantener una base de datos con la información sobre los componentes de la red asociados a la alimentación eléctrica de cada Consumidor, esto es:

- Red de AV.
- Subestación de distribución AV/MV.
- Circuito de MV.
- Centros de transformación MV/BV
- Circuito de bajo voltaje y ramal al que está conectado.
- Identificación del cliente (número de suministro).

Los niveles de calidad del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras a continuación.

1.8.1. Aspectos de calidad.

La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

Calidad del Producto:

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones de voltaje
- c) Factor de Potencia

Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones

Calidad del Servicio Comercial:

- a) Atención de Solicitudes
- b) Atención de Reclamos
- c) Errores en medición y facturación

El término Calidad de Energía Eléctrica, (CEE) por sus siglas en español, es utilizado para describir una combinación de características a través de las cuales el producto y el servicio del suministro eléctrico corresponden a las expectativas del cliente.

La pérdida de la calidad de energía significa: “deterioro de las señales de voltaje y corriente” en lo que respecta a la forma de onda, frecuencia e interrupciones que llevan a la reducción o interrupción de procesos que ocasionan perjuicios. Para la calidad de servicio eléctrico el ente regulador por lo general es estatal y el ente regulador es la empresa de distribución, la misma que puede ser pública o privada. Dado que la empresa de distribución es la llamada a cuidar por la calidad del

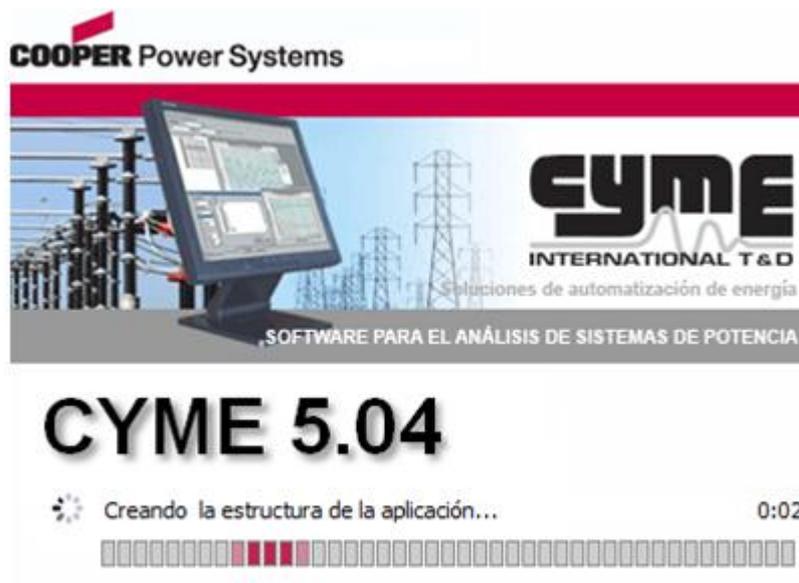
servicio, las regulaciones o recomendaciones establecen que esta debe monitorear y corregir los problemas en la calidad de energía para el bien de sus usuarios.

1.9. Software Cymdist.

El programa de análisis de redes de distribución CYMDIST fue diseñado para realizar estudios de planeamiento y simular el comportamiento de las redes de distribución en distintas condiciones de funcionamiento y distintos escenarios.

Incluye varias funciones incorporadas necesarias para el planeamiento, la explotación y el análisis de las redes de distribución como se puede visualizar en la figura 12.

Figura 12. Software CYMDIST.



FUENTE: <http://www.cyme.com/es/software/cymdist/>

Información recopilada: por los postulantes.

1.9.1. Características y capacidades.

- Flujo de carga y caída de tensión
- Cálculo de cortocircuito

- Dimensionamiento y ubicación óptima de condensadores
- Balance, distribución y evaluación de cargas
- Análisis de flujo de carga con perfiles
- Análisis armónico
- Optimización de la configuración del sistema eléctrico (puntos de conexión)
- Análisis de confiabilidad (predictiva e histórica)
- Análisis de redes secundarias malladas
- Coordinación de dispositivos de protección

El programa CYMDIST permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos, con configuración radial, en anillo o mallada. El programa CYMDIST incluye un editor completo de redes y las funciones siguientes:

- Flujo de potencia desbalanceado
- Análisis exhaustivo de fallas
- Balance de cargas
- Distribución y evaluación de cargas
- Ubicación óptima de condensadores

El programa de análisis de redes de distribución CYMDIST es una serie de aplicaciones que consta de un editor de red, de módulos de análisis y de bibliotecas de modelos personalizables desde las cuales el usuario puede obtener la solución más eficiente.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Historia de la Empresa Eléctrica Ambato regional Centro Norte S.A.

2.1.1. Antecedentes históricos.

La Empresa Eléctrica Ambato S.A fue fundada en el año 1959, como una empresa privada con finalidad social o pública, luego de que se suscribiera la escritura de constitución el veintinueve de abril del mismo año, superando un no fácil proceso de negociación para transformar lo que entonces era la Empresa Municipal, el sector eléctrico ecuatoriano se desarrollaba fundamentalmente a través de pequeñas empresas, en las que la mayor responsabilidad recaía en los municipios. Era pues, una época caracterizada por la dispersión de los pocos recursos humanos y materiales disponibles y por la escasa o casi nula planificación para afrontar la expansión de un servicio, que se ha constituido en el termómetro del progreso de las naciones. La Empresa Eléctrica Ambato S.A, en este sentido vino a ser, el ente catalizador del desarrollo, en primera instancia de la Provincia de Tungurahua, encargándose de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

2.1.2. Área de concesión de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

El área de concesión de la EEASA, se circunscribe a gran parte de la zona central del País en una superficie de aproximadamente 41.000 Km² y 700.000 habitantes, que comprende las Provincias de Tungurahua y Pastaza, en su totalidad; los Cantones Palora, Huamboya y Pablo Sexto en la Provincia de Morona Santiago y la parte sur de la Provincia de Napo, que incluye su capital Tena y los Cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola. La nueva área geográfica de

concesión otorgada por el CONELEC se legalizó el 29 de diciembre del 2004, incorporando al ex Sistema Eléctrico Tena.

Desde al año 2012, EEASA, administra el servicio eléctrico en la Provincia de Bolívar, gracias a la confianza conferida por el organismo rector del sector eléctrico, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER. Con esta nueva responsabilidad, la Empresa cuenta con aproximadamente 300.000 clientes.

2.1.3. Misión.

“Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social”.

2.1.4. Visión.

"Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país".

2.1.5. Principios.

- Disponer de recursos humanos capacitados, motivados y comprometidos con los objetivos constitucionales.
- Practicar una gestión gerencial moderna, dinámica, participativa, comprometida en el mejoramiento continuo.
- Disponer de un sistema eléctrico confiable, utilizando tecnología adecuada.
- Tener procesos automatizados e integrados.

2.1.6. Ubicación geográfica.

La Empresa eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A esta ubicada en la Av. 12 de Noviembre 11- 29 y Espejo.

2.1.7. Su función.

Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes.

2.1.8. Su objetivo.

Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país.

2.2. Diseño metodológico.

2.2.1. Métodos de investigación.

2.2.1.1. Método Inductivo.

Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta. Se aplicará este método de investigación en el periodo del cambio de la matriz energética que se incorporara las cocinas de inducción, para la cocción de alimentos.

2.2.1.2. Método deductivo.

Este método de investigación un investigador propone una hipótesis como consecuencia de sus inferencias del conjunto de datos empíricos o de principios y leyes más generales.

Se establecerá posibles soluciones que requieran un mejoramiento de la red y sus respectivos puntos de carga del Alimentador Píllaro.

2.2.2. Tipos de investigación.

2.2.2.1. Investigación de campo.

Se aplicará este tipo de investigación porque se elaborarán cálculos en el lugar donde se implementarán las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, para determinar el crecimiento de la planilla eléctrica, para lo cual se

ejecutarán los cálculos para obtener datos aproximados a la nueva tarifa eléctrica en el Alimentador Píllaro Centro perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

2.3. Técnicas de la investigación.

2.3.1. La encuesta.

La técnica de la encuesta es una técnica principal para el estudio de la demanda porque se determinaran el número de los participantes a encuestar en el Alimentador Píllaro Centro, también se determinaran las horas en las que utilizan las cocinas inducción para la cocción de los alimentos y los calentadores eléctricos de agua, mediante esta técnica se obtendrán datos estadísticos para realizar el cálculo de la demanda eléctrica y poder resolver el problema planteado.

2.3.2. Muestra.

El muestro es una herramienta muy importante dentro de la investigación porque permite examinar y sacar conclusiones de toda una población involucrada para el análisis de estudio, la importancia de una muestra es que debe ser representativa si esta va ser usada.

En la presente investigación ya que existen números métodos para seleccionar se utilizarán diferentes métodos como: método experimental, método inductivo-deductivo, que serán empleados para esta investigación, junto a los tipos de investigación tales como: investigación bibliográfica, investigación de campo, y conjuntamente que estarán relacionadas a las técnicas de investigación que servirán para la recolección de información como la encuesta.

Para la proyección de la demanda eléctrica se tomara una muestra de 326 usuarios de un universo 1784 clientes que pertenecen al Alimentador Píllaro Centro de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Cetro Norte S.A.

La muestra se lo calculara con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N}{E^2(N-1)+1}$$

Ecuación 16

Dónde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población o universo.

E: Error máximo admisible.

N = 1784

E = 0,05

$$n = \frac{1784}{(0,05)^2 * (1784 - 1) + 1}$$

n = 326 usuarios.

2.4. Subestación de Distribución Píllaro.

Las subestaciones Píllaro está compuesto por equipos eléctricos y poseen dos transformadores de potencia cada de ellas con una potencia de 6.25 MVA con configuración de Δ a Y, permitiendo transportar energía y potencia por sus líneas primarias con un nivel voltaje adecuado que requieren los usuarios del Alimentador Píllaro Centro como se puede apreciar en la figura 14 y 15.

Figura 14. Subestación Píllaro.



Información: Recopilado por los postulantes.

Figura 15. Subestación Píllaro.

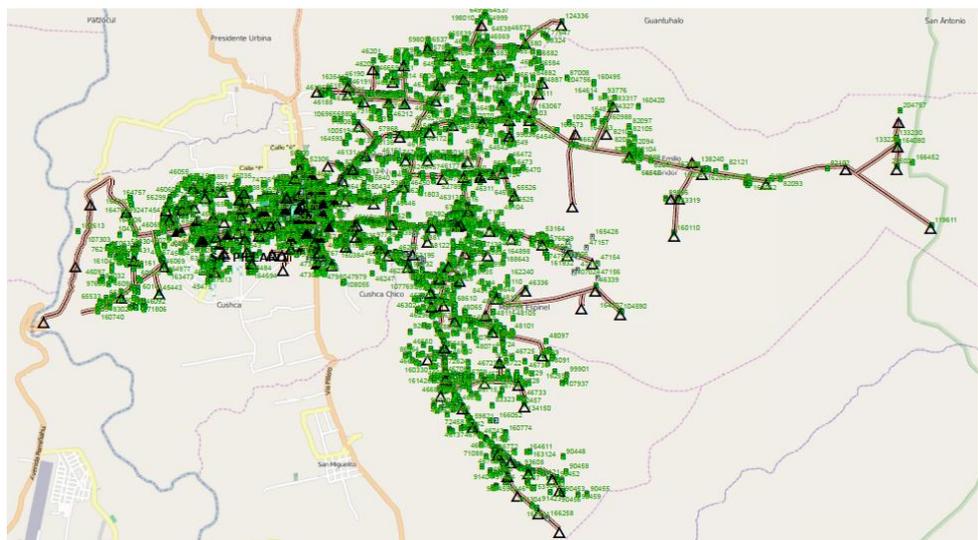


Información: Recopilado por los postulantes.

2.5. Topología del Alimentador Píllaro.

El alimentador Píllaro Centro es un circuito radial y forma parte de la Subestación Píllaro, el alimentador principal está conformado por redes aéreas de diferente tipo de configuración sean trifásicas o monofásicas y diferente calibre de conductor se visualiza la topología del alimentador en la siguiente figura 16.

Figura 16. Topología del Alimentador Píllaro Centro.



Fuente: Software ARCGIS EEASA.

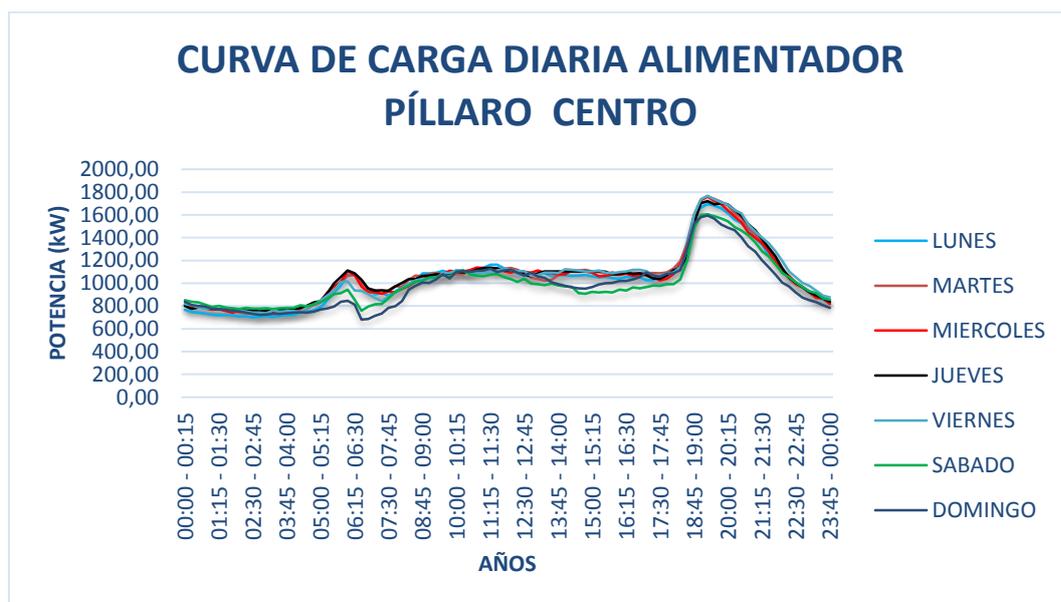
Información: Recopilado por los postulantes.

2.6. Curva de carga diaria del Alimentador Píllaro Centro.

La curva de carga diaria del alimentador Píllaro Centro está dada por el consumo de potencia en intervalo de tiempo y se pueden visualizar los picos más altos en demanda máxima comúnmente la demanda máxima se da en la noche a partir de las 19:00 a 21:00 horas ya que principalmente por es el sector netamente residencial existe el mayor consumo de energía en esta hora.

En la figura 17 se ilustran la curva de carga diaria durante una semana durante los días indicados se visualiza que el día viernes posee el pico más alto con una demanda máxima de **1770 kW**.

Figura 17. Curva de carga diaria días laborables.



Fuente: CECOM EEASA.

Información: Recopilado por los postulantes.

2.7. Distribución de cocinas.

El Plan de Migración del consumo del gas licuado de petróleo (GLP) a electricidad, iniciará en el 2015, para lo cual las empresas eléctricas deberán preparar su infraestructura para poder suministrar el servicio con este incremento de carga y

con la confiabilidad de servicio que se requiere para su correcto funcionamiento se indica en la siguiente tabla 5.

Se requiere por parte de las empresas distribuidoras realizar estudios de cargabilidad de los elementos que intervienen en la cadena de suministro del servicio eléctrico, mediante herramientas de análisis técnico. Una vez que se disponga el estado de los elementos del sistema de distribución y transmisión, se podría tener con mayor certeza el número de cocinas a ser incorporadas.

Tabla 5. Cocinas eléctricas por empresas

Empresa	TTik	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CNEL-Bolívar	31	817	9.567	47.484	50.461	53.514	56.563	57.887	59.172
CNEL-Ei Oro	26	933	28.700	130.667	154.335	179.311	205.502	211.092	216.593
CNEL-Esmeraldas	21	700	16.450	108.383	115.913	123.873	132.168	136.606	141.037
CNEL-Guayas Los Ríos	25	700	41.067	272.067	292.192	313.448	335.687	348.255	360.740
CNEL-Los Ríos	73	-	6.067	95.667	99.789	104.074	108.335	112.087	115.762
CNEL-Manabí	65	-	9.567	263.900	286.129	309.289	333.539	343.841	354.108
CNEL-Milagro	66	-	7.933	114.916	122.313	130.038	138.160	142.323	146.429
CNEL-Sta. Elena	22	700	11.900	109.783	115.344	121.150	127.256	132.880	138.605
CNEL-Sto. Domingo	63	-	14.333	135.783	146.762	158.407	170.309	176.854	183.385
CNEL-Sucumbios	139	-	6.067	81.667	85.079	88.480	91.967	96.998	102.204
E.E. Ambato	11	48.883	149.333	204.866	207.814	210.802	213.808	219.425	224.895
E.E. Azogues	18	5.133	17.400	26.267	27.114	28.016	28.929	29.240	29.516
E.E. Centro Sur	10	70.000	145.833	297.733	302.906	308.183	313.759	322.245	330.671
E.E. Cotopaxi	3	28.583	86.566	88.549	93.790	99.322	104.863	106.999	109.043
E.E. Norte	33	9.800	90.184	190.651	192.601	194.531	196.259	209.545	213.607
E.E. Quito	2	72.450	291.667	566.167	661.905	762.142	867.280	890.405	912.926
E.E. Riobamba	12	15.167	65.800	134.167	137.112	140.111	143.132	145.906	148.561
E.E. Sur	11	18.434	86.566	148.049	152.867	156.789	160.740	163.881	166.836
Eléctrica de Guayaquil	4	77.700	315.000	483.234	509.394	536.223	563.700	574.117	584.048
E.E. Galápagos	34	1.600	4.600	8.000	8.300	8.700	9.000	9.400	9.800
Total S.N.I.		350.000	1.400.000	3.500.000	3.753.820	4.017.703	4.291.956	4.420.586	4.538.136
Total Nacional		351.600	1.404.600	3.508.000	3.762.120	4.026.403	4.300.956	4.429.986	4.547.936

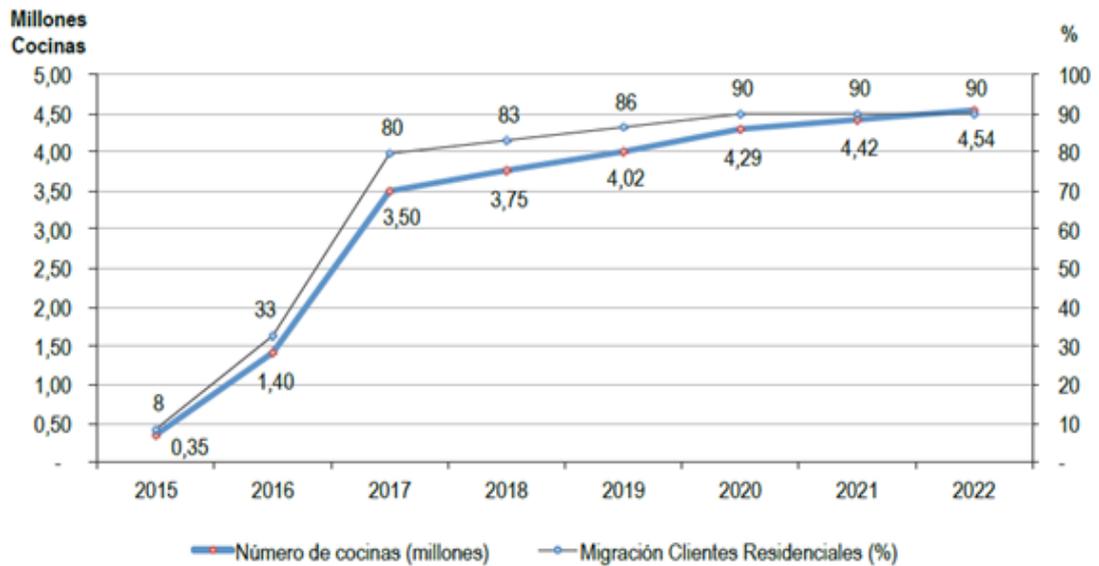
Fuente: Plan maestro de electrificación 2013-2022.

Información recopilada: Por los postulantes.

Se requiere por parte de las empresas distribuidoras realizar estudios de cargabilidad de los elementos que intervienen en la cadena de suministro del servicio eléctrico, mediante herramientas de análisis técnico. Una vez que se disponga el estado de los elementos del sistema de distribución y transmisión se podría tener con mayor certeza el número de cocinas a ser incorporadas. En la figura 18 se observa un plan agresivo que al tercer año de implementación (2017) prevé una migración próxima al **80%** de los clientes residenciales a nivel nacional. La

migración de cocinas por empresa espera alcanzar un 90% de los clientes residenciales en el 2020, contado a partir del primer año de inicio del programa (año 2015).

Figura 18. Curva de penetración de cocinas en el S.N.I.



Fuente: Plan maestro de electrificación 2013-2022.

Información recopilada: Por los postulantes.

2.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

2.8.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

2.8.1.1. Operacionalización de la Variable independiente: Análisis del comportamiento del uso de la cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Una cocina de inducción es un artefacto que calienta directamente la base del recipiente por medio de inducción electromagnética, sin calentar los elementos periféricos evitando así pérdidas de energía.	<p>Tiempo de cocción</p> <p>Numero de usuario</p> <p>Horas de uso de calentadores de agua</p>	<p>1. ¿Qué tiempo permanece encendida las cocinas de inducción para la cocción de alimentos: café, almuerzo, merienda?</p> <p>2. ¿Cuántas personas comen regularmente en su hogar?</p> <p>3. ¿Qué tiempo utiliza los calentadores de agua en sus hogares para satisfacer sus necesidades?</p>	Encuesta

2.8.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

2.8.2.1.Operacionalización de la Variable dependiente: Permitirá proyectar la demanda eléctrica en el Alimentador Píllaro Centro en el año 2015.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La demanda eléctrica es la potencia requerida por un sistema o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo previamente establecido.	Demanda Caída de voltaje Cargabilidad	Software CYMDIST

2.9. Análisis e interpretación de las encuestas.

El análisis e interpretación de resultados de las encuestas se realizaron a los usuarios que pertenecen al Alimentador Píllaro Centro de la Provincia de Tungurahua cantón Píllaro. Las encuestas se realizaron a 326 usuarios ya que son de importancia validación y la tabulación de datos:

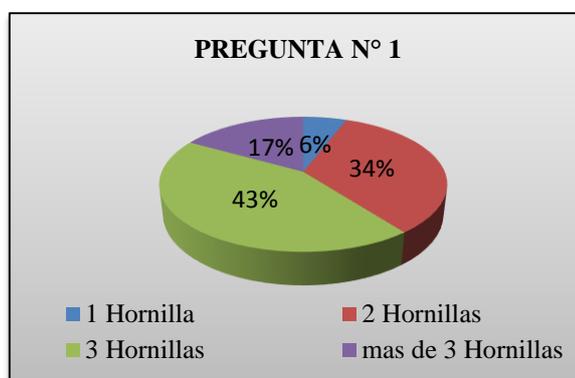
1. ¿En su cocina convencional cuántas hornillas enciende al mismo tiempo para preparar sus alimentos?

Tabla 6. Pregunta N° 1

Pregunta N° 1		
Opciones	Frecuencia	%
1 Hornilla	19	6
2 Hornillas	110	34
3 Hornillas	142	43
más de 3 Hornillas	55	17
total de encuestas	326	100,00

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 1. Uso de hornillas.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis**

De acuerdo a la información obtenida de la primera pregunta el **43%** corresponde a los **143 usuarios** de los cuales encienden **3 hornillas** para preparar y la cocción de alimentos.

- **Interpretación**

Esto permite analizar el mayor consumo de GLP, de acuerdo al número de hornillas que se utiliza para la cocción de alimentos en cada uno de los hogares.

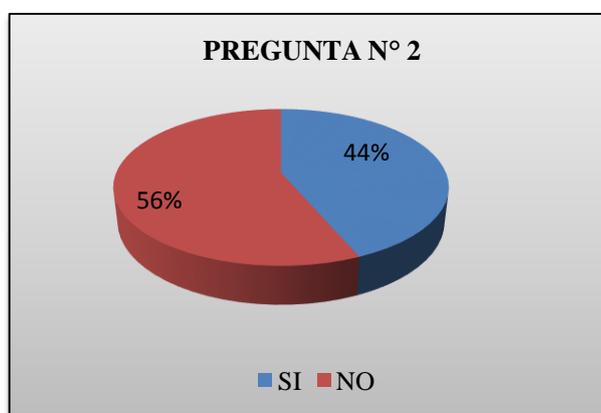
2. *¿Una vez que se incremente el costo del Gas Licuado de Petróleo (GLP) estaría de acuerdo en cambiar su cocina convencional a una cocina de inducción?*

Tabla 7. Pregunta N° 2.

PREGUNTA N° 2		
<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	142	44
<i>NO</i>	184	56
<i>total de las encuestas</i>	326	100,00

Elaborado por: los postulantes

Gráfico 2. Cambio de las cocinas de gas a cocinas de inducción.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis.**

De los datos obtenidos da a conocer la eliminación del subsidio de GLP que propone el gobierno, en el cambio de la matriz productiva a la matriz energética tomando en consideración a clientes residenciales, donde se sustituirán las cocinas convencionales a cocinas de inducción, debido a esto da un resultado que el **56%** de los encuestados con un total de **184** usuarios no están de acuerdo al cambio de la cocina a gas a una cocina de inducción, mientras que el **44%** aceptan al cambio de la cocina de inducción debido a que pueda incrementarse la planilla eléctrica.

- **Interpretación**

El cambio que propone el gobierno, afectará a la economía de la población en general de los usuarios del alimentador Píllaro Centro, en el cambio de las cocinas convencionales por cocinas de inducción.

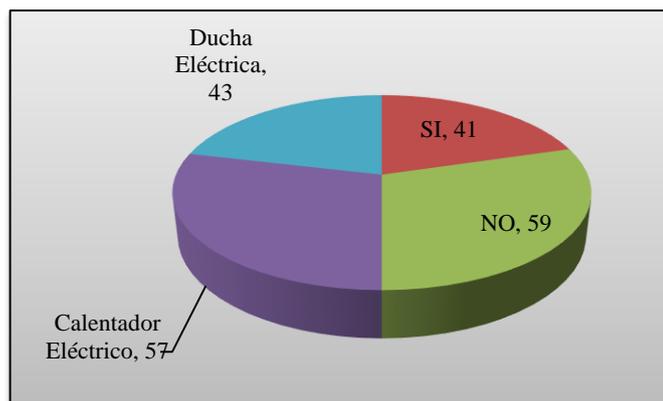
3. *¿Estaría de acuerdo en cambiar el calefón u otro sistema de calentamiento de agua, en el caso de que haya un incremento de precio del GLP a que sistema optaría en el cambio?*

Tabla 8. Pregunta N° 3

<i>Pregunta N° 5</i>		
<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>133</i>	<i>41</i>
<i>NO</i>	<i>193</i>	<i>59</i>
<i>¿A qué sistema?</i>		
<i>Calentador Eléctrico</i>	<i>187</i>	<i>57</i>
<i>Ducha Eléctrica</i>	<i>139</i>	<i>43</i>
<i>total de las encuestas</i>		<i>100.00</i>

Elaborado por: los postulantes

Gráfico 3. Cambio del sistema de calentamiento de agua.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis.**

De acuerdo a los resultados que reflejan en la pregunta 3 muestra un total de **40.80%** están en condiciones en cambiar, cabe recalcar que el **59.20%** de las personas no están de acuerdo en cambiar su sistema de calentamiento de agua.

- **Interpretación**

Dentro de los incentivos que propone el gobierno nacional en el subsidio de energía eléctrica para los calentadores eléctricos, la mayoría de las personas están en condiciones de cambiar su sistema de calentamiento de agua.

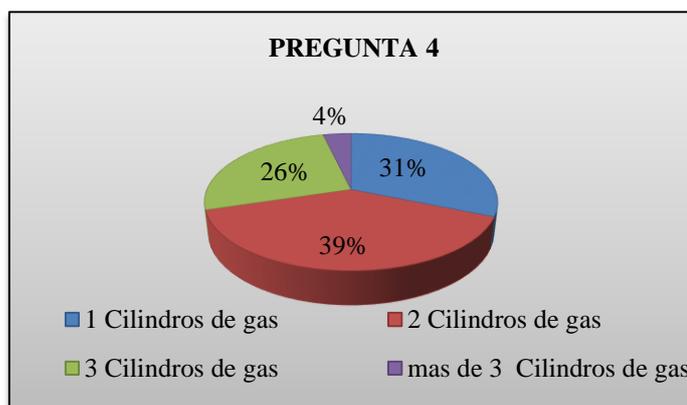
4. *¿Cuántos cilindros de gas consume mensualmente para la cocción de alimentos en su hogar?*

Tabla 9. Pregunta N° 4

<i>Pregunta N° 4</i>		
<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>1 Cilindros de gas</i>	<i>102</i>	<i>31</i>
<i>2 Cilindros de gas</i>	<i>127</i>	<i>39</i>
<i>3 Cilindros de gas</i>	<i>85</i>	<i>26</i>
<i>más de 3 Cilindros de gas</i>	<i>12</i>	<i>4</i>
<i>total de las encuestas</i>	<i>326</i>	<i>100,00</i>

Elaborado por: los postulantes.

Gráfico 4. Uso del cilindro de gas mensualmente.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis.**

Esta pregunta se aplicó con el fin de realizar una comparación y determinar el consumo mensual del GLP equivalente a energía kWh, ya que el **39%** de los encuestados que corresponde a 127 usuarios consumen 2 cilindros de gas aproximadamente durante el mes.

- **Interpretación.**

De acuerdo a los datos reflejados en la tabla y en la gráfica la mayoría de los usuarios utilizan **2** cilindros de gas promedio mensual, ya que existe un elevado consumo de GLP en los hogares.

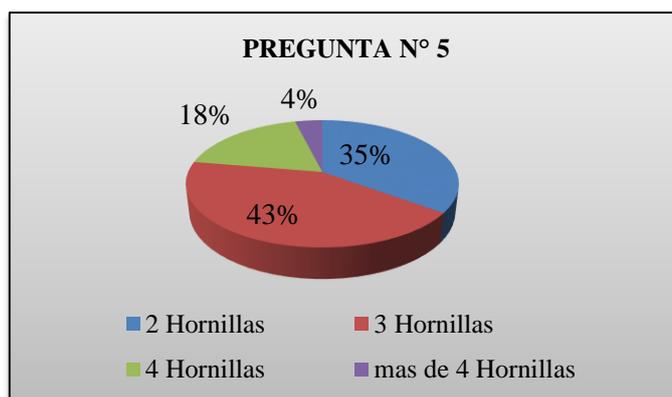
5. *¿Cuántos quemadores tiene su cocina a gas?*

Tabla 10. *Pregunta N° 5.*

Pregunta N° 7		
Opciones	Frecuencia	%
<i>2 Hornillas</i>	<i>118</i>	<i>35</i>
<i>3 Hornillas</i>	<i>143</i>	<i>43</i>
<i>4 Hornillas</i>	<i>62</i>	<i>18</i>
<i>más de 4 Hornillas</i>	<i>13</i>	<i>4</i>
total de las encuestas	336	103.07

Elaborado por: *los postulantes*

Gráfico 5. *Uso de las hornillas de las cocinas convencionales.*



Elaborado por: *los postulantes*

- **Análisis.**

Esta pregunta se aplicó para determinar la potencia de las cocinas de acuerdo al número de hornillas que requieran para el uso de cocción, y se podrá verificar la energía y el tiempo durante la preparación de alimentos.

- **Interpretación.**

Con el análisis dado se podrá verificar las curvas de factor horario en los diferentes tiempo de uso de las cocinas sea en la mañana, tarde y noche.

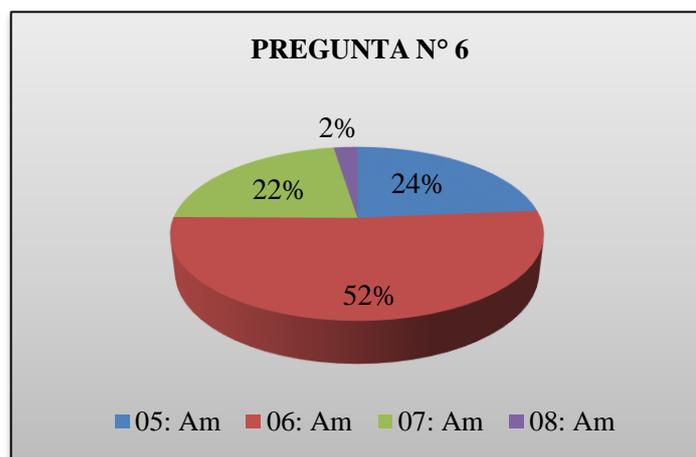
6. ¿A qué hora enciende su cocina a gas para preparar el desayuno?

Tabla 11. Pregunta N° 6.

Pregunta N° 6		
Opciones	Frecuencia	%
05: Am	77	24
06: Am	168	52
07: Am	73	22
08: Am	8	2
total de las encuestas	326	100,00

Elaborado por: los postulantes

Grafico 6. Tiempo de uso de las cocinas convencionales en la mañana.



Elaborado por: los postulantes.

- **Análisis.**

Los datos que se reflejan en la tabla y en la gráfica 6 posee un porcentaje alto, que da a conocer un total de los encuestados encienden su cocina convencional para la preparación de alimentos a las 06:00 de la mañana.

- **Interpretación.**

Los resultados verificados en esta pregunta permiten diagnosticar el consumo del gas licuado de petróleo.

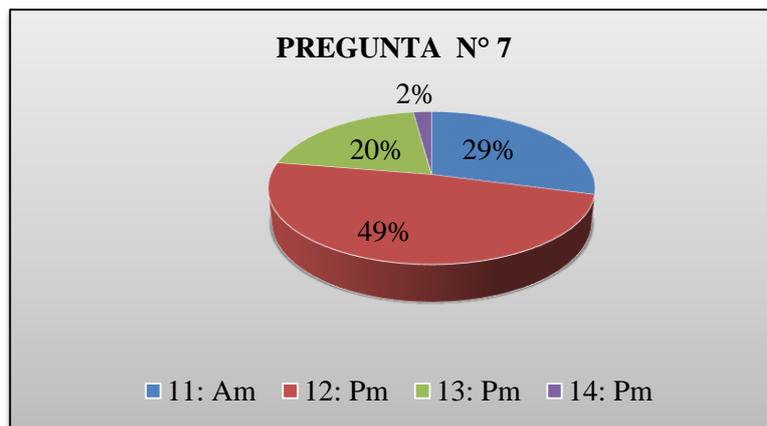
7. ¿A qué hora enciende su cocina a gas para preparar el almuerzo?

Tabla 12. Pregunta N° 7.

<i>Pregunta N° 7</i>		
<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>11: Am</i>	<i>95</i>	<i>29</i>
<i>12: Pm</i>	<i>158</i>	<i>49</i>
<i>13: Pm</i>	<i>66</i>	<i>20</i>
<i>14: Pm</i>	<i>7</i>	<i>2</i>
<i>total de las encuestas</i>	<i>326</i>	<i>100,00</i>

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 7. Tiempo de uso de las cocinas convencionales en la tarde.



Elaborado por: Los postulantes

- **Análisis.**

De acuerdo a las encuestas realizadas se obtiene como resultado que un 49% de las personas encienden su cocina para la preparación el almuerzo a las 12:00 del día y existe un mayor consumo de energía desde las 11:00 hasta la 13:00 horas.

- **Interpretación.**

Los resultados verificados en esta pregunta permiten diagnosticar el consumo masivo de gas licuado de petróleo (GLP).

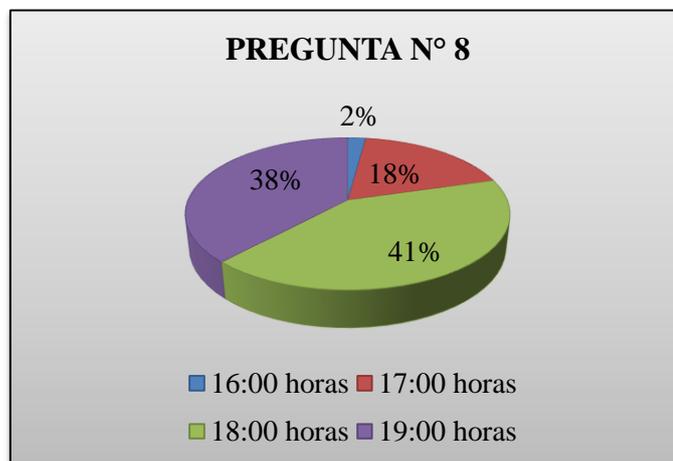
8. ¿A qué hora enciende su cocina a gas para preparar la merienda?

Tabla 13. Pregunta N° 8.

<i>Pregunta N° 8</i>		
<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>16:00 horas</i>	<i>7</i>	<i>2</i>
<i>17:00 horas</i>	<i>60</i>	<i>18</i>
<i>18:00 horas</i>	<i>135</i>	<i>41</i>
<i>19:00 horas</i>	<i>124</i>	<i>38</i>
<i>total de las encuestas</i>	<i>326</i>	<i>100.00</i>

Elaborado por: los postulantes

Gráfico 8. Tiempo de uso de las cocinas convencionales en la noche.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis**

De acuerdo a las encuestas realizadas se obtiene como resultado que un **42%** de las personas encienden su cocina para la preparación de la merienda a las 18:00 y existe un mayor consumo de energía desde las 17:00 hasta la 19:00 horas.

- **Interpretación.**

Se puede observar un porcentaje elevado del **38%** de los encuestados que utilizan mayor cantidad de GLP preparar el Almuerzo en el horario de las **18.00 Pm**, lo que recalca como resultado el mayor consumo energía relacionando la equivalencia del GLP a electricidad.

9. *¿Qué tiempo permanece encendida las cocinas a gas para la cocción de sus alimentos?*

Tabla 14. Pregunta N° 9.

Pregunta N° 9		
Opciones	Frecuencia	%
<i>30 minutos</i>	<i>117</i>	<i>36</i>
<i>1 hora</i>	<i>154</i>	<i>47</i>
<i>2 horas</i>	<i>55</i>	<i>17</i>
<i>más de 2 horas</i>	<i>0</i>	<i>-</i>
total de las encuestas	326	100.00

Elaborado por: los postulantes

Gráfico 9. Tiempo de uso de las cocinas convencionales para la cocción de alimentos.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis e Interpretación.**

Mediante esta pregunta se determinará el tiempo necesario para la preparación de alimentos en los hogares sea en la mañana, al medio día y la noche, ya que se refleja una duración de 1 hora para la cocción de alimentos.

- **Interpretación.**

Se puede observar en un porcentaje mayor del **47%** de los encuestados con un equivalente de **154** usuarios. Necesitan un tiempo de 1 hora para preparar sus alimentos de acuerdo al número de hornillas que posee en cada uno de los hogares.

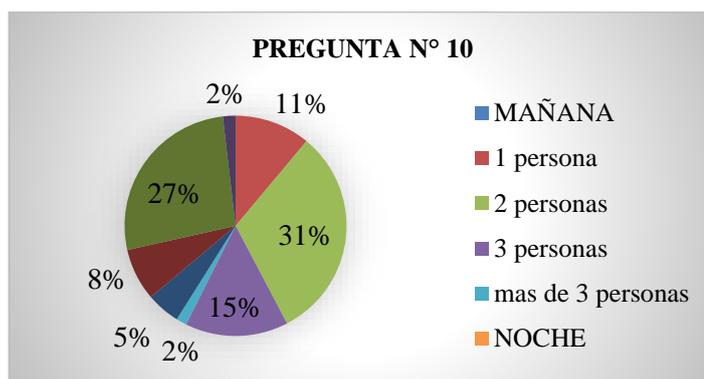
10. ¿Cuántas personas utilizan los calefones y ducha eléctrica en la mañana y noche?

Tabla 15. Pregunta N° 10.

Pregunta N° 10					
MAÑANA			NOCHE		
Opciones	Frecuencia	%	Opciones	Frecuencia	%
1 persona	36	11	1 persona	16	5
2 personas	102	31	2 personas	25	8
3 personas	49	15	3 personas	87	27
más de 3 personas	5	2	más de 3 personas	6	2
total de las encuestas	192	58.90	total de las encuestas	134	41.10

Elaborado por: los postulantes

Gráfico 10. Cuántas personas utilizan las duchas eléctricas en la mañana y noche.



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis.**

Mediante la técnica de la encuesta aplicada a los usuarios del Alimentador Píllaro Centro donde cada hogar está formada de 4 a 5 personas y se llegó a determinar que el **31%** de los usuarios utilizan el calefón y la ducha eléctrica en la **mañana**, y un total de **27%** de los encuestados utilizan el calefón y la ducha eléctrica en la **noche**.

- **Interpretación.**

Se debe tomar en cuenta que la mayoría de los participantes utilizan el sistema de calentamiento de con un porcentaje de **31%** en la **mañana** y **23%** de los participantes en la noche, cabe recalcar que cada hogar está conformado de 4 a 5 personas.

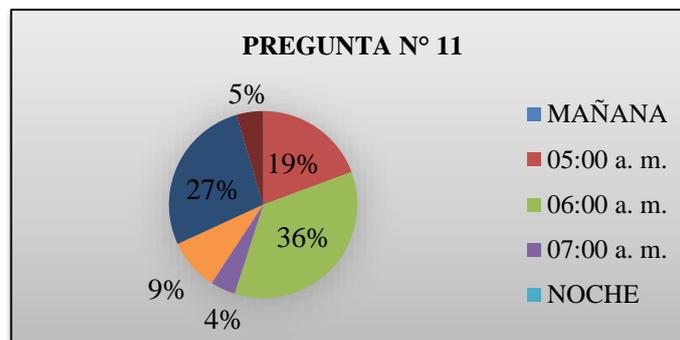
11. ¿Cuál es el tiempo promedio del uso de los calefones y duchas eléctricas en la mañana y en la noche en los siguientes horarios?

Tabla 16. Pregunta N° 11

Pregunta N° 11					
MAÑANA			NOCHE		
<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>	<i>Opciones</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>05:00 a. m.</i>	<i>63</i>	<i>19</i>	<i>18:00 PM</i>	<i>29</i>	<i>9</i>
<i>06:00 a. m.</i>	<i>116</i>	<i>36</i>	<i>19:00 PM</i>	<i>89</i>	<i>27</i>
<i>07:00 a. m.</i>	<i>14</i>	<i>4</i>	<i>20:00 PM</i>	<i>15</i>	<i>5</i>
<i>total de las encuestas</i>	<i>193</i>	<i>59.20</i>	<i>total de las encuestas</i>	<i>133</i>	<i>40.80</i>

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 11. *Periodo de utilización de las duchas eléctricas en la mañana y noche.*



Elaborado por: los postulantes

- **Análisis.**

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante las encuestadas realizadas a los usuarios del Alimentador Píllaro Centro, se puede observar que un elevado porcentaje representado en un **31%** de los participantes utilizan las duchas para bañarse a las **06:00 am** que es un total de **100 usuarios**, mientras que los datos siguientes datos se reflejan en un **22%** de los encuestados utilizan las duchas a las **19:00 pm** que se muestran un total de **72 usuarios** en el periodo de la noche.

- **Interpretación.**

En el Alimentador Píllaro Centro existe un porcentaje elevado de usuarios que utilizan las duchas en el periodo de la **mañana** de **06:00 am** con un total **31%** y mientras en el periodo de la **noche** de **19:00 pm** con un porcentaje de **22%**.

2.10. Condiciones actuales del alimentador Píllaro Centro de la EEASA.

Para realizar la simulación en el software CYMDIST, se requirió de los ASCII de base de datos de software ARCGIS de la EEASA que contienen diferentes parámetro y librerías para la respectiva simulación, entre estos tenemos: nombre de la subestación, potencia de transformadores, calibre de conductores, y todos los aparatos y equipos que forman el sistema eléctrico de potencia.

Realizado la simulación del sistema en medio voltaje del alimentador Píllaro Centro, para las demandas máximas en el año presente, se muestra sin mayores problemas, destacando que la caída de voltaje se encuentra en el rango permitido, de acuerdo a la regulación N°. **CONELEC – 004/01** tomando en consideración que la mayor parte de la carga se encuentra en la fase A. Se pueden visualizar los resultados una vez que se realizó la distribución de carga y posteriormente la corrida de flujo de carga detallada en la tabla 17 mediante la simulación en el software Cymdist versión 5.04.

Tabla 17. Cabecera del Alimentador Píllaro Centro.

	Kvll	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	13.8	7.96	133	1059.5	1038.2	211.6
B	13.8	7.96	133	1059.6	1038.3	211.3
C	13.8	7.96	133	1059.7	1038.5	210.9
Total:				3179	3115	634

Fuente: Cymdist versión 5.04

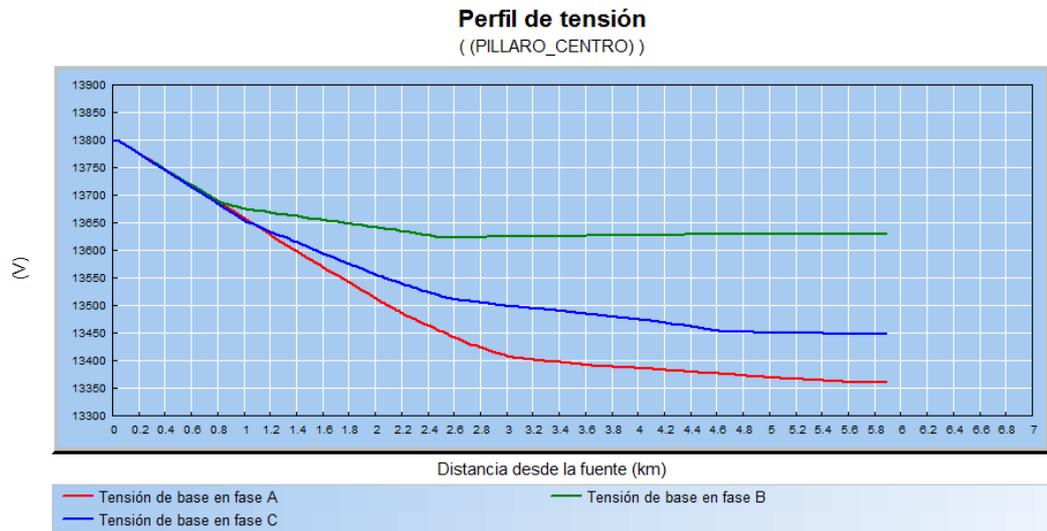
Elaborado por: Los postulantes.

2.11. Perfil de Voltaje.

En la figura 19 se muestra el perfil de voltaje al punto más alejado de la red trifásica en medio voltaje y se encuentra entregando potencia y energía a toda la parte céntrica del Cantón Píllaro, la distancia de la red trifásica más lejana desde la subestación Píllaro es de aproximadamente de 5.9 Km y la mayor parte de la carga

se encuentra en la fase A, se visualiza de color rojo la fase que se encuentra con mayor carga.

Figura 19. Perfil de voltaje al punto más alejado de la red trifásica.

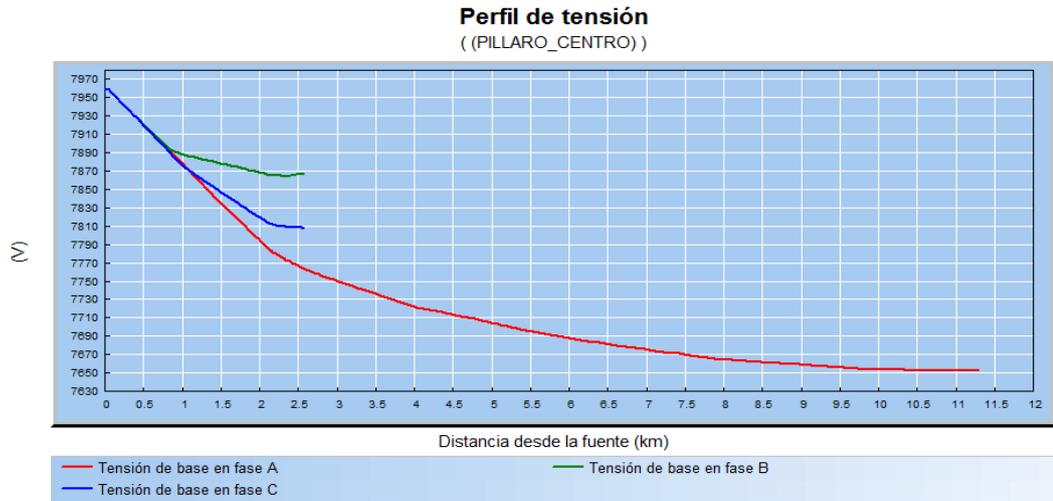


Fuente: CYMDIST versión 5.04

Información: Recopilado por los postulantes

En la figura 20 se muestra el perfil de voltaje al punto más alejado de la red monofásica a un nivel de voltaje de 7.960 V, la distancia de la red más lejana desde la subestación Píllaro es de aproximadamente de 11.4 Km toda la carga se encuentra en la fase A, se visualiza de color rojo la fase que se encuentra con mayor carga.

Figura 20. Perfil de voltaje al punto más alejado de la red monofásica.



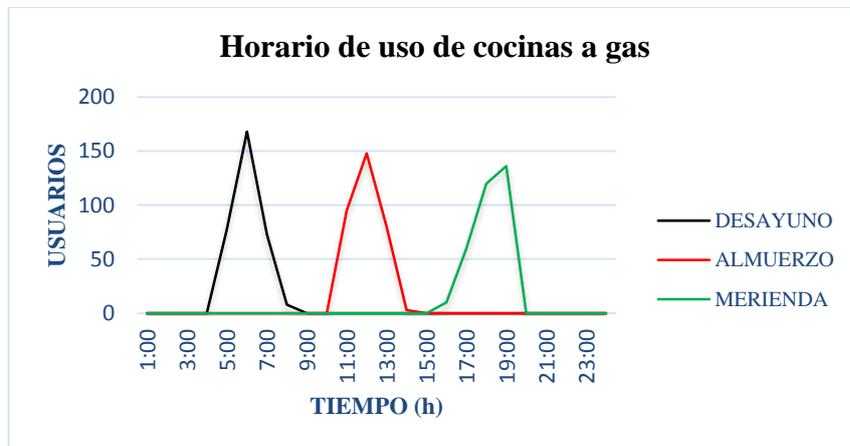
Fuente: CYMDIST versión 5.04

Información: Recopilado por los postulantes.

2.11.1. Curva de hábito horario de uso de las cocinas a GLP.

Para obtener la curva de uso de cocinas a GLP, se realizará una curva del Alimentador Píllaro, se divide el día en intervalo de 30 minutos y se van ubicando los clientes de acuerdo a los datos obtenidos a través de la encuesta, de acuerdo a la hora que utilizan las cocinas y el tiempo que permanece encendido la cocina en el desayuno, el almuerzo, así como en la merienda. Este análisis se procede a realizar para el Alimentador Píllaro Centro, teniendo como resultado el sistema de distribución como se muestra en la figura 21.

Figura 21. Factor de variación horaria de las cocinas a GLP

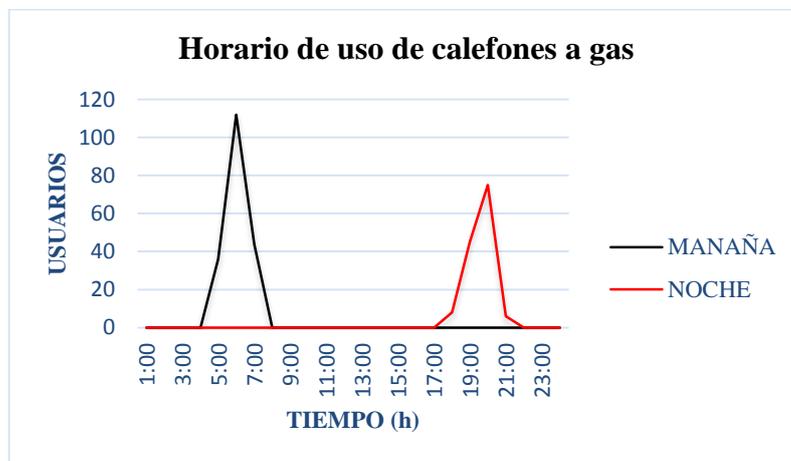


Elaborado por: Los postulantes

2.11.2. Curva de hábito horario de uso de calefones.

Para realizar la gráfica del uso de los calefones a GLP que utilizan los usuarios del Alimentador Píllaro Centro en los diferentes periodos en la mañana y la noche en los diferentes tiempos como se pueden observar en las preguntas 11 y 12 de las encuestas realizadas a los usuarios del Alimentador Píllaro Centro, la curva del uso de los calefones a gas se observa en la figura 22 en los dos periodos.

Figura 22. Factor de variación horaria de los calefones a GLP

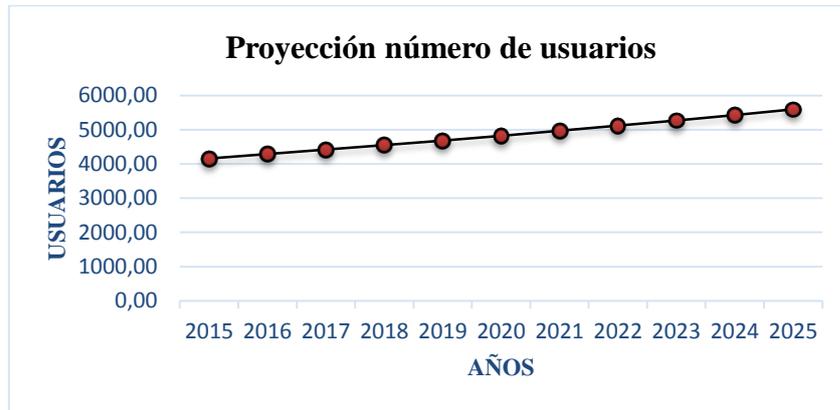


Elaborado por: Los postulantes

2.12. Proyección de número de usuarios.

Para la proyección de clientes se obtuvo datos estadísticos o registro de la base de datos disponibles en la EEASA, de clientes residencial, comerciales, industriales y otros, según su clasificación al pliego tarifario acorde a la categorización según el consumo y el uso de servicio. En este sentido se podrá verificar el crecimiento de los usuarios, con un porcentaje de crecimiento en el orden de **3%** anual para el sector residencial como se observa en el grafico 12.

Grafico 12. Proyección del número de usuarios residenciales



Elaborado por: Los postulantes

En el grafico 12 se observa los comportamientos tendenciales del crecimiento del número de clientes residenciales registrados dentro del alimentador Píllaro centro, esto da a conocer el crecimiento de la población y por otra parte refleja el número de clientes con respecto a la demanda de energía eléctrica.

2.13. Potencia de las cocinas de inducción.

Para la proyección de la demanda se consideró una potencia de 3.5 kW que tendrá una cocina de inducción, cierta potencia se adquirió de acuerdo a la investigación de campo a las comercializadores de este electrodoméstico.

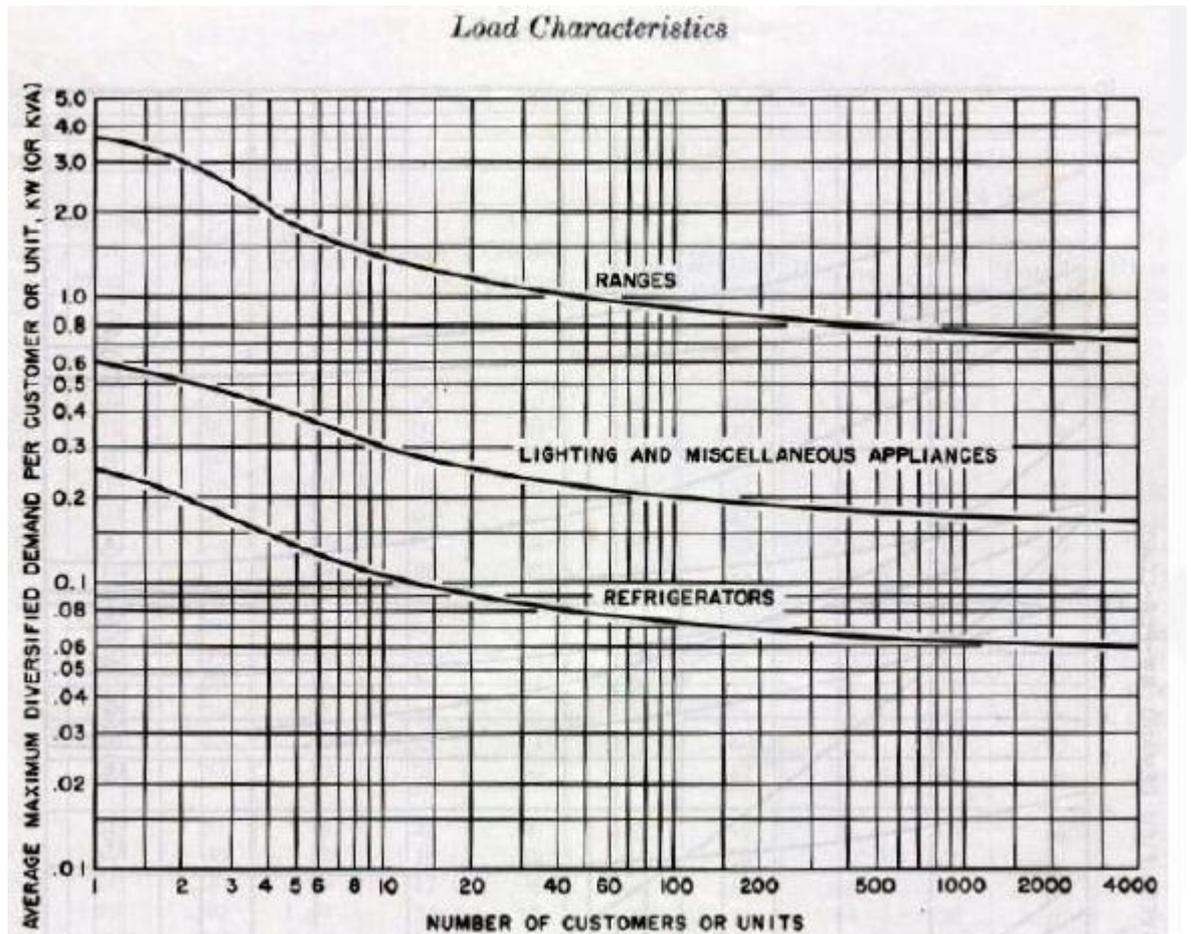
Cabe señalar que esta potencia de 3.5 kW se mantiene con la metodología del Ministerio de Electricidad y Energía Renovables MEER que posee un factor de demanda del 80%, dando una potencia a utilizar del 2.8 kW.

2.14. Método aplicativo de las cocinas de inducción.

De acuerdo al documento propuesta por la “METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN MASIVA DE COCINAS DE INDUCCIÓN SOBRE EL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN” presentado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovables MEER a las empresas distribuidoras del país dice que: una cocinas de inducción de 3.5 kW o menos tiene un factor de demanda de 80%, por lo que para una cocinas de inducción de 3 kW resulta una demanda individual de 2.4 kW, este

valor se deberá utilizar para el cálculo de la demanda del equipo. En la figura 23 que sirve como referencia para el cálculo del factor de coincidencia y determinar la Demanda Máxima Diversificada

Figura 23. Curva de demanda diversificada.



Fuente: *Procedimiento Preliminar para Determinar el Impacto de la Incorporación de Cocinas de Inducción en el Sistema Eléctrico De Distribución, MEER 2013.*

2.15. Primer escenario de las cocinas de inducción mediante la metodología del MEER.

Considerando la metodología del MEER para sustitución de las cocinas convencionales a cocinas de inducción se tomó una potencia de la cocina de 3.5 kW con un factor de demanda del 80%, dando un resultado de 2.8 kW, este valor se utilizó para el cálculo de la potencia que se incrementara en la curva de demanda diaria del Alimentador Píllaro Centro.

Potencia cocinas = 3.5 kW Factor de demanda = 80%

Potencia cocinas = 3.5 kWx80% = 2.8 kW

Tabla 18. Potencias de las cocinas de inducción I escenario.

POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCION								
Años	Número de usuarios residenciales	% acumulativo de los usuarios a cambiar a cocinas de inducción en función de la tasa de crecimiento del MEER	Potencia cocinas de inducción (kW)	Factor de Simultaneidad	Demanda máxima coincidente (kW)	factor Pico Noche	Demanda máxima (kW)	P total del sistema (kW) en hora pico
2015	4159	16%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	212
2016	4284	48%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	656
2017	4412	66%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	929
2018	4545	67%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	972
2019	4681	68%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1016
2020	4821	69%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1062
2021	4971	71%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1127
2022	5120	73%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1193
2023	5274	88%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1481
2024	5432	94%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1630
2025	5595	100%	2,8	0,19	0,532	0,6	0,3192	1786

Elaborado por: Los postulantes

2.16. Primer escenario de los calentadores eléctricos de agua mediante la metodología del MEER.

Para los calentadores eléctricos de agua se consideró una potencia de 3 kW con un factor de demanda del 80%, tomando en consideración la metodología del MEER dando un resultado de 2.4 kW, este valor se utilizó para el cálculo de la potencia que se incrementara en la curva de demanda diaria del Alimentador Píllaro Centro.

Potencia calentadores eléctricos = 3 kW Factor de demanda = 80%

Potencia calentadores eléctricos = 3 kWx80% = 2.4 kW

Tabla 19. Potencias de los calentadores eléctricos de agua I escenario.

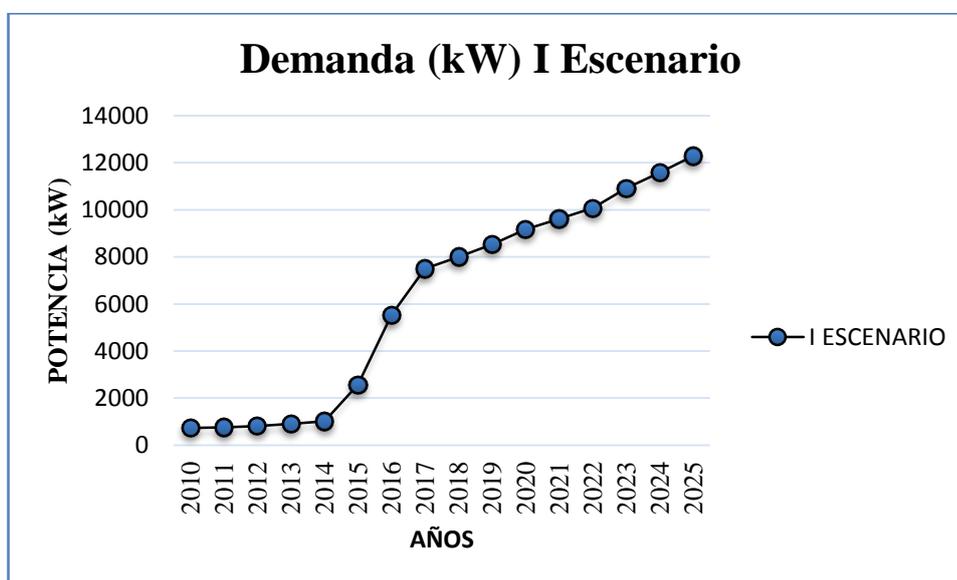
POTENCIA DE LOS CALENTADORES ELÉCTRICOS DE AGUA									
Años	Número de Usuarios Residenciales	% acumulativo de los usuarios a cambiar a calentadores eléctricos	Usuarios con calentadores eléctricos de agua	Potencia de los calentadores eléctricos de agua (kW)	Factor de Simultaneidad	Demanda máxima coincidente (kW)	Factor Pico	Demanda máxima (kW)	P TOTAL SISTEMA (kW)
2015	4159	16%	665	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	106
2016	4284	48%	2056	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	328
2017	4412	66%	2912	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	465
2018	4545	67%	3045	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	486
2019	4681	68%	3183	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	508
2020	4821	69%	3326	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	531
2021	4971	71%	3529	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	563
2022	5120	73%	3738	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	597
2023	5274	88%	4641	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	741
2024	5432	94%	5106	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	815
2025	5595	100%	5595	2.4	0.19	0.456	0.35	0.1596	893

Elaborado por: Los postulantes

2.17. *Proyección de demanda primer escenario mediante la metodología MEER.*

La proyección de la demanda se analizó mediante de los datos históricos del 2010 a 2014 y se utilizó el método polinomial tomando en consideración del capítulo I. En el grafico 13 se observa la proyección de la demanda del Alimentador Píllaro Centro del año 2015 a 2025 tomando en consideración las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato con la incorporación de las cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua.

Grafico 13. *Proyección de la demanda*



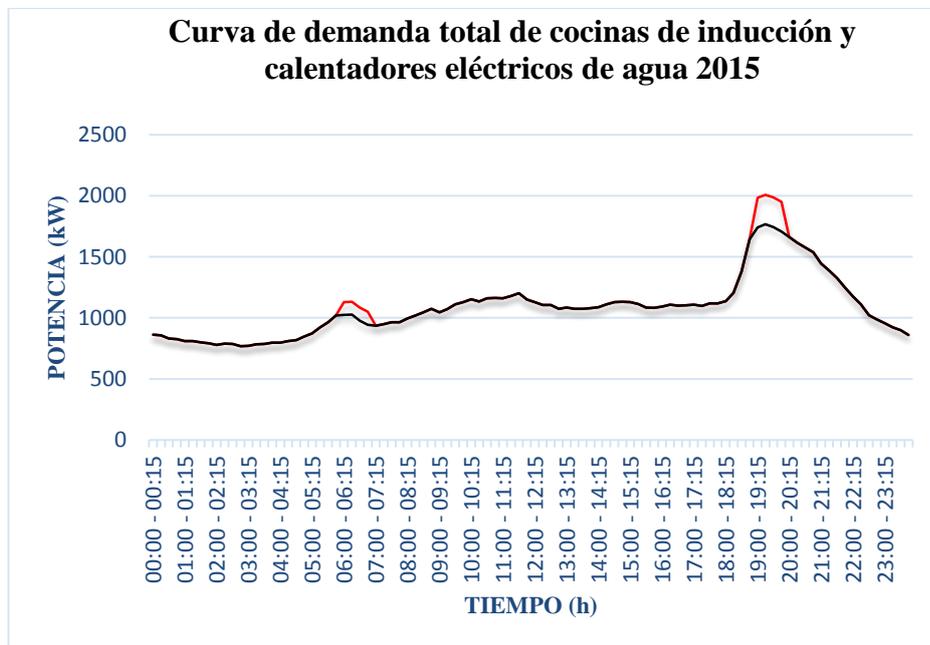
Elaborado por: Los postulantes

La proyección de la demanda se mantiene una línea tendencial hasta el 2014, una vez asumido la nueva carga de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua la proyección de la demanda, dentro de la gráfica se puede visualizar el salto que tendrá en el año 2015 se estima un porcentaje de 16% del crecimiento de la demanda eléctrica, en el año 2016 la demanda crece con un porcentaje del 48%, y el año más crítico que se tendrá es en el año 2017 con un porcentaje del 66% de la demanda, y a partir del año 2018 al año 2025 los porcentajes para cada periodo se pueden visualizar en la tabla 18 y 19.

La obtención de la potencia en las horas demanda máxima se realizó mediante el factor de simultaneidad o factor de diversidad, aplicando la metodología del Ministerio de Electricidad y energías Renovables (MEER).

Para determinar la demanda máxima unitaria proyectada es de 0.19 de acuerdo al número de clientes, que es el factor de simultaneidad mediante este factor se puede realizar el cálculo de demanda máxima se consideró el factor Pico de 0.6.

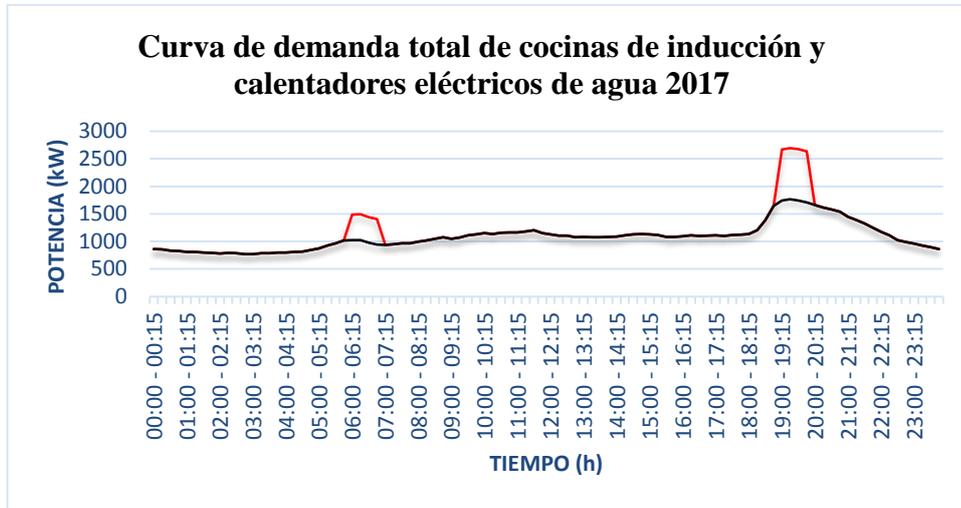
Grafico 14. Curva de la demanda en el año 2015



Elaborado por: Los postulantes

La curva de demanda en el año 2015 crece con las potencias de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, para el cálculo de las potencias se realizan mediante las tablas 18 y 19 como se puede observar.

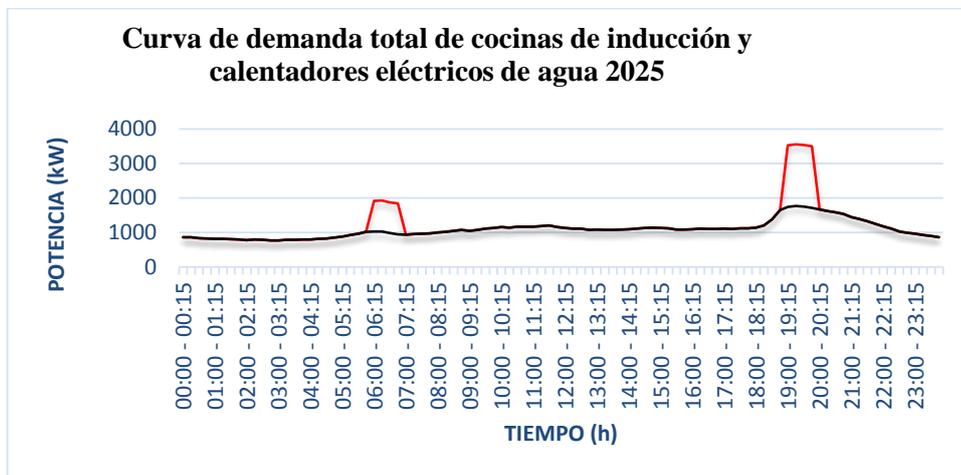
Grafico 15. Curva de la demanda en el año 2017



Elaborado por: Los postulantes

En el grafico 15 se observa la curva de demanda máxima en hora pico de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, donde el 66% de los usuarios reemplazarían sus cocinas convencionales a cocina de inducción en el año 2017.

Grafico 16. Curva de la demanda en el año 2025



Elaborado por: Los postulantes

En el gráfico 16 se puede observar la curva de demanda pico que llega a 3500 kW en demanda máxima del Alimentador Píllaro Centro, donde los usuarios optarán al cambio de las cocinas convencionales a cocinas de inducción llegando al 100% que plantea el gobierno.

2.18. Segundo escenario de las cocinas de inducción mediante encuestas.

Para el cálculo de las potencias de las cocinas de inducción se realizó mediante las encuestas a los usuarios del Alimentador Píllaro Centro, tomando en consideración que la mayoría de los usuarios utilizan una cocina de tres hornillas para preparar sus alimentos de tal modo se designó una cocina con una potencia de 4 kW mediante la placa característica de fabricante.

Potencia cocinas = 4 kW

Tabla 20. Calculo de las potencias de las cocinas de inducción II escenario

POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN														
Años	Número de Usuarios Residenciales	% De usuarios a cambiar a cocinas de inducción en función de las encuestas	Potencia cocinas de inducción kW	Factor de Simultaneidad	Demanda máxima kW	Factor Pico en demanda máxima cocinas de inducción			Demanda máxima kW en la mañana	Demanda máxima kW en la Tarde	Demanda máxima kW en la Noche	Potencia Total kW en la mañana	Potencia Total kW en la Tarde	Potencia Total kW en la Noche
						Mañana	Tarde	Noche						
2015	4159	16%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	261	245	209
2016	4284	48%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	805	757	647
2017	4412	66%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1140	1073	916
2018	4545	67%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1193	1122	958
2019	4681	68%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1247	1173	1002
2020	4821	69%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1303	1225	1047
2021	4971	71%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1382	1300	1111
2022	5120	73%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1464	1377	1176
2023	5274	88%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	1817	1710	1461
2024	5432	94%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	2000	1881	1607
2025	5595	100%	4	0.19	0.76	52%	48.47%	41.41%	0.392	0.368	0.31	2191	2061	1761

Realizado: Por los postulantes.

2.19. Segundo escenario del cálculo de los calentadores eléctricos de agua mediante encuestas.

Para el cálculo de las potencias de los calentadores se realizó mediante las encuestas a los usuarios del Alimentador Píllaro Centro, tomando en consideración que la mayoría de los usuarios utilizan duchas eléctricas con una potencia de 3 kW.

Potencia calentadores eléctricos= 3 kW

Tabla 21. *Calculo de la potencia de los calentadores eléctricos de agua II escenario.*

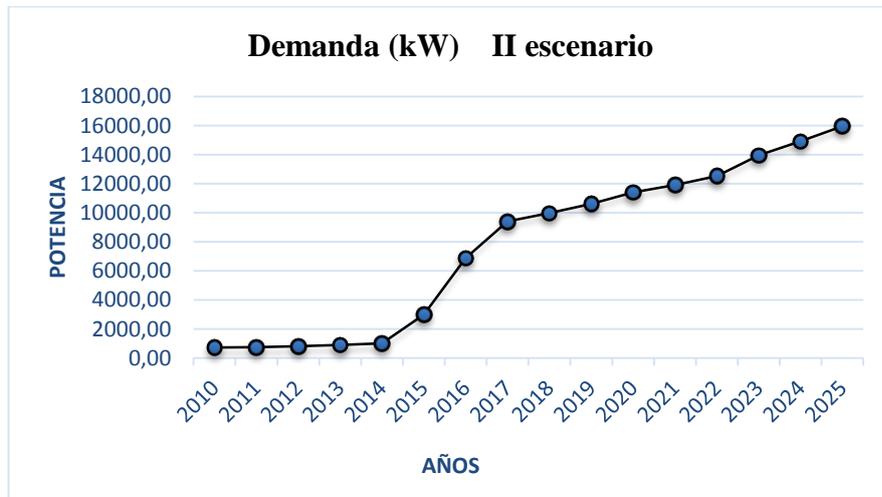
POTENCIA DE LAS CALENTADORES ELÉCTRICOS DE AGUA											
Años	Número De Usuarios Residenciales	% de usuarios a cambiar los calefones a calentadores eléctricos de agua	Potencia de calentadores eléctricos de agua kW	Factor de Simultaneidad	Demanda máxima kW	factor Pico en demanda máxima Calentadores eléctricos de agua		Demanda máxima kW en la mañana	Demanda máxima kW en la Noche	Potencia Total kW en la mañana	Potencia Total kW en la Noche
						Mañana	Noche				
2015	4159	16%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	179.94	138.07
2016	4284	48%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	556.05	426.65
2017	4412	66%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	787.41	604.17
2018	4545	67%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	823.43	631.81
2019	4681	68%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	860.73	660.43
2020	4821	69%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	899.51	690.18
2021	4971	71%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	954.35	732.26
2022	5120	73%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	1010.67	775.47
2023	5274	88%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	1254.89	962.86
2024	5432	94%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	1380.67	1059.36
2025	5595	100%	4	0.19	0.76	36%	27.30%	0.27	0.21	1512.86	1160.79

Realizado: *Por los postulantes.*

2.20. Proyección de la demanda segundo escenario mediante encuestas.

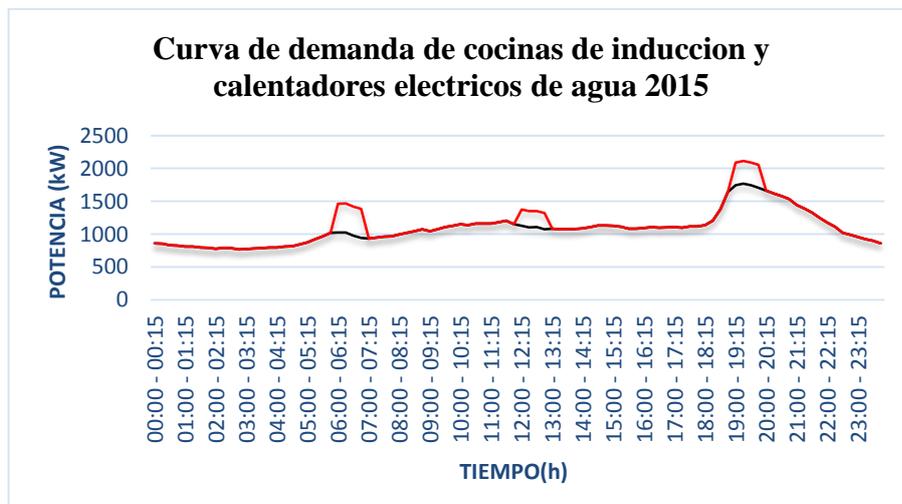
En la grafico 17 se observa la proyección de la demanda que se realizó mediante las encuestas realizadas a los usuarios del alimentador Píllaro Centro, para esta proyección se utilizó el método Polinomial tomando en consideración del capítulo I la ecuación 3.

Grafico 17. Proyección de la demanda II escenario



Elaborado por: Los postulantes

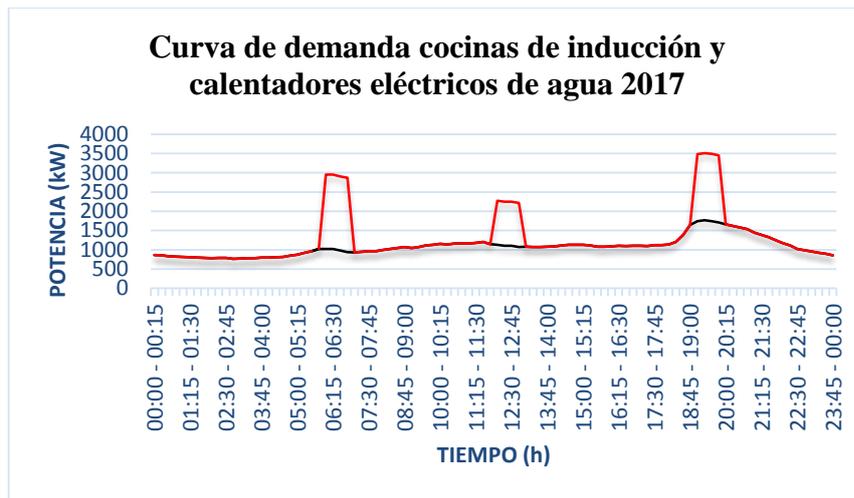
Grafico 18. Curva de demanda de cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua 2015 mediante encuestas.



Realizado: Por los postulantes.

En el grafico 18 se puede visualizar que la demanda de las nuevas cargas de las cocinas de inducción supera la actual curva de demanda pico llegando a 2100 kW en la hora pico de demanda máxima.

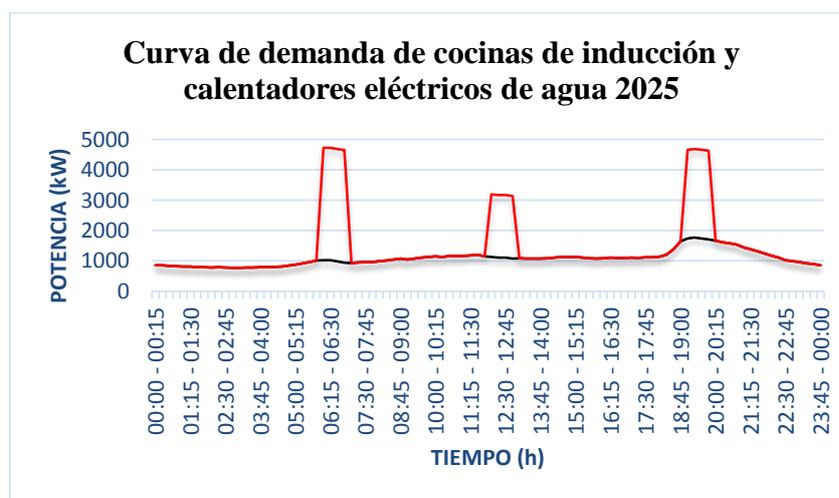
Grafico 19. Curva de demanda de cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua 2017 mediante encuestas.



Realizado: Por los postulantes.

En el grafico 19 la curva de demanda diaria representada por las nuevas cargas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua se considerará como un año crítico ya que el porcentaje acumulativo de la sustitución de las cocinas convencionales a cocinas de inducción es del 66%.

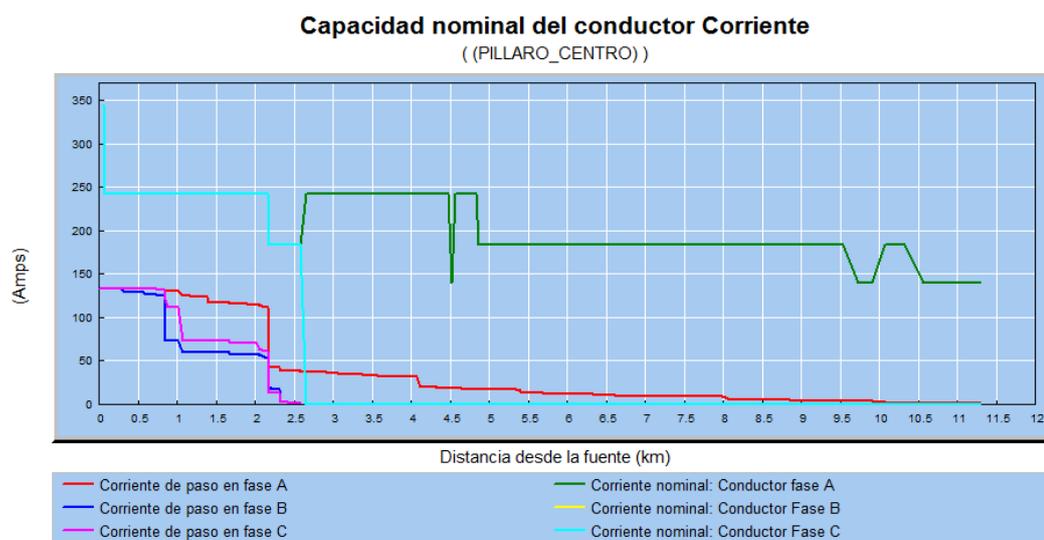
Grafico 20. Curva de demanda de cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua 2025 mediante encuestas.



Realizado: Por los postulantes.

En el grafico 20 se puede observar la curva de demanda diaria representada por las nuevas cargas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, se estima que la demanda pico en el Alimentador Píllaro Centro llegaría a una demanda pico de 4900 kW en el año 2025.

Grafico 21. Cargabilidad de líneas trifásicas



Fuente: CYMDIST versión 5.04

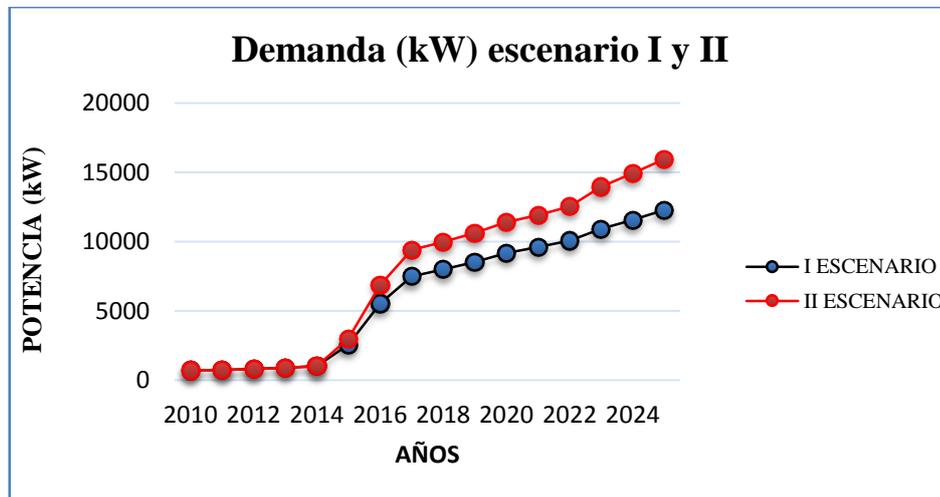
En la gráfica 21 se puede observar la capacidad nominal de los conductores para transportar la corriente eléctrica por cada una de las fases, con la incorporación de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua.

2.21. Comparación del crecimiento de la demanda de cocinas de inducción y los calentadores eléctrico de agua entre el primer y segundo escenario.

En el grafico 22 se puede observar la curva de comparación de las demandas de los dos escenarios que fueron realizados mediante la metodología propuesta por el Ministerio de Electricidad de Energía Renovables MEER de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua y los datos obtenidos mediante las encuestas, realizadas a los usuarios del Alimentador Píllaro Centro tal como se observa en el gráfico. El objetivo de las dos proyecciones de demanda es determinar el porcentaje de error y el más pronosticado que puede ocurrir en el Alimentador

Píllaro Centro, mediante esta comparación se llega a determinar el porcentaje de error del 77% entre el escenario I y II.

Grafico 22. Comparación de la demanda (kW) escenario I y II.



Realizado: Por los postulantes.

2.22. Hipótesis.

El alimentador Píllaro Centro no se encuentra en condiciones de asumir la carga a incrementarse del uso de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua.

2.23. Verificación de la hipótesis.

Considerando la incorporación de la nueva carga y las simulaciones realizadas con el software CYMDIST se determinó que 39 transformadores monofásicos y 1 transformador trifásicos con un total de 40 transformadores se sobrecargarían si no se realiza el cambio de los mismos.

Por lo expuesto se evidencia que la hipótesis se encuentra verificada, el detalle de los transformadores sobrecargados se encuentran en los ANEXOS 3, 4, 5, 6, 7, y 8.

CAPITULO III

3.1. Propuesta.

3.2. Tema.

“Analizar la demanda eléctrica por la incorporación de las cocinas de inducción y el calentador eléctrico de agua, del alimentador Píllaro centro de la Empresa Eléctrica Ambato S.A en el año 2015”

3.3. Presentación de la propuesta.

La demanda máxima y la energía utilizada dentro del sistema eléctrico de potencia, crece principalmente por dos factores; una de ellas número de usuarios y el consumo de energía eléctrica que es facilita la Empresa distribuidora de la área de concesión.

La proyección de la demanda es fundamental en el proceso de planificación, debido a que se debe conocer la cantidad de energía que se pronostica a entregar en los próximos años, además la proyección de la demanda determina la forma de crecimiento mediante la incorporación de nuevas cargas y elementos dentro del sistema eléctrico de distribución.

El Alimentador Píllaro Centro perteneciente a la Subestación Píllaro de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A, está ubicado en el cantón Píllaro Provincia de Tungurahua. Al ser un sector netamente residencial brinda un servicio de energía eléctrica confiable, con niveles de voltaje adecuado a todos los clientes que pertenecen al Alimentador Píllaro Centro.

El Alimentador Píllaro Centro posee alrededor de 4520 usuarios, donde se tomaran la muestra de 326 usuarios para el análisis de la demanda eléctrica por la potencia

que posee las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua a incorporarse en el alimentador Píllaro Centro.

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación del análisis de la demanda eléctrica por la incorporación de las cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua se realizó lo siguiente:

- Toma de datos y encuestas a los usuarios que pertenecen al Alimentador Píllaro Centro.
- Actualización de la topología del Alimentador Píllaro Centro en las redes de Medio y Bajo voltaje en el software ARCGIS.
- Modelación de la red medio voltaje en el software Cymdist.
- Obtención de reportes mediante la utilización del software Cymdist.
- Proponer alternativas de soluciones al presente trabajo de investigación

3.4. Objetivos de la propuesta.

3.4.1. Objetivo General.

- Realizar la simulación, mediante la utilización de software Cymdist los escenarios futuros del alimentador por la incorporación de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, para realizar la reconfiguración y dimensionamiento de los transformadores y redes de distribución del alimentador Píllaro Centro que soportará las nuevas demandas que se incorporara al sistema eléctrico por la incorporación masiva de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua.

3.4.2. *Objetivo Específico.*

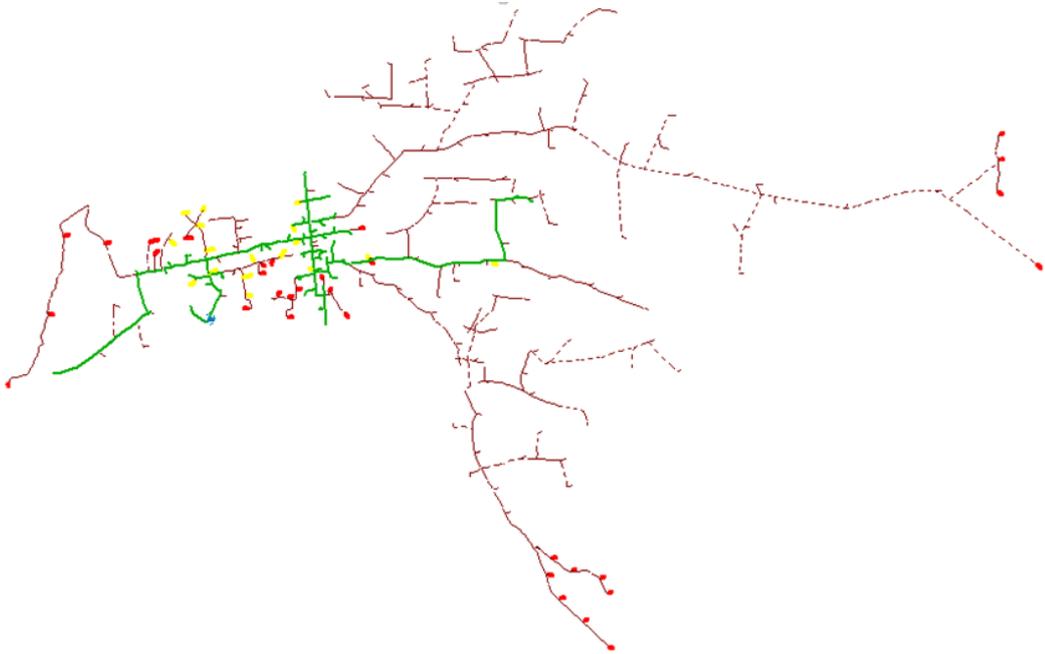
- Verificar potencia necesaria que requiere el alimentador Píllaro Centro para cubrir la demanda eléctrica por la inclusión de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua.
- Realizar las respectivas reconfiguraciones de las principales redes en medio voltaje, la repotenciación de los transformadores para dotar del suministro de energía confiable a todos los usuarios.
- Realizar la reubicación de los transformadores sobrecargados que sobrepasan los límites de cargabilidad a una potencia superior para soportar las nuevas cargas que se incorporan al sistema eléctrico.
- Realizar un análisis económico de los materiales que se utilizaran para los cambios que tendrá el alimentador Píllaro Centro que este en óptimas condiciones en soportar las demandas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua.

3.5. *Desarrollo de propuesta.*

3.5.1. *Diseño esquemático o implementación de la propuesta.*

De acuerdo a la nueva carga de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, se ingresó las nuevas cargas al simulador software Cymdist y mediante la distribución de carga y corrida de flujo de carga se reflejan varios transformadores sobrecargados superando su capacidad nominal como se puede observar en la figura 24.

Figura 24. Red de distribución alimentador Píllaro centro incorporado las nuevas cargas.



Fuente: Software Cymdist versión 5.04

Información: Recopilada por los postulantes.

3.5.2. Transformadores sobrecargados.

Para determinar la nueva potencia de los transformadores sobrecargados del Alimentador Píllaro Centro se tomó en consideración el número de usuarios y el consumo de energía eléctrica promedio de cada uno de los usuarios. Para el cálculo del dimensionamiento de los nuevos transformadores a instalarse se realizó mediante las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato tomando en consideración como tipo de usuario categoría “C”.

Para el cálculo de la demanda de las cocinas de inducción se realizó mediante el factor de simultaneidad y la demanda máxima unitaria diversificada para determinar las nuevas potencias a instalarse.

Tabla 22. Capacidad de los transformadores 2025.

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Cientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potencia en cocinas de Inducción	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectada en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transfor mador requerido [kVA]	% Cargabili dad de transform ador	Coord. en X	Coord. en Y
5	400	11	5.31	0.95	5.04	9.00	14.04	15	94%	774840	9871719
5	493	20	8.71	0.95	8.28	14.40	22.68	25	91%	773864	9869485
5	1361	11	5.31	0.95	5.04	9.00	14.04	15	94%	771145	9870245
5	3042	3	2.58	0.95	2.45	2.90	5.35	10	53%	777506	9871270
5	9207	9	4.95	0.95	4.70	8.40	13.10	15	87%	772059	9870296
5	7142	7	3.75	0.95	3.56	6.50	10.06	10	101%	778759	9870704

Elaborado por: Los postulantes

En la tabla 22. Se detallan los transformadores sobrecargados, para el dimensionamiento de cada equipo, se tomó en consideración demanda máxima coincidente de las cocinas kW, y demanda diversificada proyectado de acuerdo a las guías de diseño de Empresa Eléctrica de Ambato considerando el cliente residencial.

Los transformadores sobrecargados se podrán ubicar mediante el eje de coordenadas X, Y, para su respectiva repotenciación y reubicación de cada equipo sobrecargado se pueden visualizar en los anexos 3, 4, 5, 6, 7, y 8. Que se importaron de la modelación del Software Cymdist.

3.5.3. Discusión de resultados obtenidos de la propuesta.

Mediante la modelación y simulación del Alimentador Píllaro Centro, se realizó la distribución de carga con consumo de energía promedio y su respectivo flujo de carga del alimentador Píllaro Centro por la inclusión de las cocinas de inducción y calentadores eléctricos de agua, se llegó a determinar que un total de 40 transformadores monofásicos deber ser reubicados por una potencia superior tal como se observa en la tabla 22 del transformador de 5 kVA Y los demás transformadores de diferente capacidad de 10 kVA, 15 kVA, 25 kVA, 50 kVA se pueden observar en los anexos 3, 4, 5, 6, 7, y 8.

3.5.4. Tabla de resumen de los transformadores sobrecargados.

En la tabla 23 se detallan los transformadores sobrecargados que se obtuvo mediante la simulación y corrida de flujo de carga en el software Cymdist.

Tabla 23. Número de transformadores sobrecargados

Alimentador	Potencia Instalado [kVA]	Total Transformadores instalados	Total transformadores sobrecargados 1 Φ	Total transformadores sobrecargados 3 Φ
Pilaro Centro	5	24	6	
	10	80	10	
	15	34	12	
	25	23	7	
	37,5	4	4	
	50	18		1
TOTAL		183	39	1
Total Transformadores Sobrecargados			40	

Elaborado por: Los postulantes

3.5.5. Factibilidad económica.

3.5.5.1. Presupuesto estimado EEASA 2014.

En la tabla 24 se detallan los precios unitarios de cada uno de los materiales que se utilizarán de mano de obra, como podrá ser para el desmantelamiento o de su respectiva reubicación de cualquier equipo o redes del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 24. Presupuesto en desmantelamiento.

PRESUPUESTO DEL ESTUDIO EN DESMANTELAMIENTO				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Inventario por Km de redes existentes	c/u	40	104.89	4195.6
Retiro de equipos de protección en sistemas monofásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	39	10.36	404.04
Retiro de equipos de protección en sistemas trifásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	1	19.84	19.84
Retiro de centros de transformación monofásicos hasta 37.5 kVA con equipo de protección en baja	c/u	39	82.36	3212.04
Retiro de centros de transformación trifásicos hasta 50 kVA con equipo de protección en baja	c/u	1	118.64	118.64
Retiro conductor # 4 y 2 AWG	Km	2.328	127.24	296.2147
SUBTOTAL 1				8246.375

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato EEASA.

Elaborado por: Los postulantes

Tabla 25. Presupuesto en materiales y equipos eléctricos

MATERIALES ELECTRICOS				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Reconocimiento planteo e Inventario por Km de rede (Proyecto)	c/u	40	116.55	4662
Instalación de equipos de protección en sistemas monofásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	33	11.51	379.83
Instalación de equipos de protección en sistemas trifásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	21	22.04	462.84
Instalación de centros de transformación monofásicos hasta 37.5 kVA con equipo de protección en baja	c/u	33	91.51	3019.83
Instalación de centros de transformación trifásicos hasta 50 kVA con equipo de protección en baja	c/u	7	131.82	91.51
Estructura monofásica de media voltaje incluido neutro	c/u	33	7.98	263.34
Estructura trifásica de media voltaje incluido neutro	c/u	21	14.47	303.87
Bajante del transformador	c/u	84	5.61	471.24
Tendido y regulado de conductor # 1/0 y 2/0 AWG	Km	2.328	170.65	397.2732
SUBTOTAL 2				10051.73

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato EEASA.

Elaborado por: Los postulantes

Tabla 26. Presupuesto de transformadores monofásicos y trifásicos

TRANSFORMADORES				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Transformador monofásico de distribución autoprotegido de 37,5 kVA, 13800grdy/7970 V, 120/240 V.	c/u	33	1747	57651
Transformador trifásico de distribución autoprotegido de 50 kVA, 13800grdy/7970 V, 127/220 V, dyn5	c/u	7	2678	18746
SUBTOTAL 3				76397

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato EEASA.

Elaborado por: Los postulantes

Tabla 27. Presupuesto de mano de obra

MANO DE OBRA	
Mano de Obra	64
Transformadores por Retirar	40
SUBTOTAL 4	2560

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato EEASA.

Elaborado por: Los postulantes

Tabla 28. Presupuesto total del estudio del Alimentador Píllaro Centro.

DETALLE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	
Presupuesto del estudio en desmantelamiento	8246.37
Materiales	10051.73
Transformadores	76397.00
Mano de obra	2560.00
Total del presupuesto referencial	221942.44

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato EEASA.

Elaborado por: Los postulantes

Para el análisis económico de los ingresos que tendrá el estudio, del costo de la energía kWh y el precio de la cocina de inducción de 3.5 kW realizado mediante la investigación de campo a las comercializadores de electrodomésticos se detallan mediante la tabla 29.

Tabla 29. Calculo de ingresos

Análisis financiero año 2015	
Total cocinas de inducción a ingresar	608
Potencia de cocinas de inducción kW	2,8
Consumo energía promedio kWh/mes	112
Costo de energía kWh	0,1
Tiempo de utilización de cocinas de inducción mensual (horas)	90
Consumo Energía Cocina de inducción kWh/mes	252
Total consumo de energía kWh/mes	284
Costo de energía kWh mensual	\$ 28,36
Costo de energía kWh anual	\$ 340,28
Costo de cocinas de inducción almacenes la GANGA	\$ 169,00
Total costo	\$ 102.779,04

Elaborado por: Los postulantes

Tabla 30. Flujo de caja proyectado TIR, VAN

FLUJO DE CAJA PROYECTADO				
Interés Anual %	18%			
CONCEPTOS	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Ingresos de las cocinas de inducción		\$ 102.779,04	\$ 223.830,14	\$ 255.127,10
Egresos		\$ 17.604,87	\$ 17.604,87	\$ 17.604,87
Saldo operativo		\$ 85.174,17	\$ 206.225,27	\$ 237.522,23
Inversión inicial del estudio	\$ 221.942,44			
Costo de inversión inicial	\$ 221.942,44			
Flujo económico	-\$ 221.942,44	\$ 85.174,17	\$ 206.225,27	\$ 237.522,23
Indicadores De evaluación Económica	VAN :	\$ 142.910,21	TIR :	49,0%

Elaborado por: Los postulantes

El TIR ayuda a evaluar la rentabilidad del proyecto en términos porcentuales, por lo tanto se da a conocer que el proyecto es viable una vez realizado los cálculos como se puede verificar en la tabla 30. El monto total del proyecto asumirá la

Empresa Eléctrica de Ambato para su reubicación y cambio de transformador que se pueden observar en anexos 3, 4, 5, 6, 7, y 8.

Para determinar el costo total de energía utilizada por la cocinas de inducción se guio mediante los valores del pliego tarifario.

3.5.6. Factibilidad operacional.

En este año el gobierno nacional y conjuntamente con el Ministerio de Electricidad Energías Renovables MEER ha planteado la implementación de las cocinas de inducción, con el propósito de dejar el subsidio del gas, y así conseguir presupuesto para las nuevas obras de centrales hidroeléctricas que suministrará energía eléctrica y cubrir la demanda por las nuevas cargas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua.

A pesar del costo de las cocinas de inducción, el estado brinda facilidades para su adquisición a través de bonos y financiara a 36 meses y el subsidio de la energía eléctrica hasta de 80 kWh mes para aquellos que adquieran la cocina de inducción.

Este estudio se llevó a cabo mediante la proyección de usuarios y la proyección de la demanda desde el año 2015 al año 2025, para la verificación de la cargabilidad de los transformadores y conductores se realizó mediante el software de simulación Cymdist con el cual trabaja la Empresa Eléctrica Ambato (EEASA).

Una vez ingresado las nuevas cargas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, el Alimentador Píllaro Centro presentara sobrecargas en los transformadores instalados ya que la nueva carga supera a la potencia instalada de cada equipo, por lo expuesto se debe repotenciar los transformadores y realizar la reconfiguración de conductores y llegar a suministrar energía eléctrica confiable a los usuarios.

3.5.7. Conclusiones.

- Una vez realizado el estudio de la proyección de demanda del Alimentador Píllaro Centro con las nuevas cargas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, se determina un total de 40 transformadores sobrecargados, es decir, que sobrepasan su potencia nominal instalada.
- Mediante las encuestas realizadas se llegó a determinar que el 43% de los usuarios residenciales, están de acuerdo en cambiar las cocinas convencionales a cocinas de inducción y, el 60.12% de los encuestados optan el cambio de las duchas con calefones a calentadores eléctricos de agua cuando se retire el subsidio del gas.
- Para el cálculo de las potencias de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, se tomó en consideración la metodología del Ministerio de Electricidad de Energías Renovables (MEER) en la cual se indica un factor de demanda del 80% de la cocina de inducción, esto también se evidenció en la encuestas dado que el 43.87% de los encuestados indica que utiliza 3 hornillas que dispone la cocina.
- La inversión total del proyecto se podrá recuperar en el segundo año ya que la tasa del retorno es del 49.0% esto quiere decir que el proyecto realizado en el Cantón Píllaro Centro es viable técnica y económicamente considerando una tasa de retorno del 18%.
- Para la reubicación y repotenciación de los transformadores sobrecargados en el Alimentador Píllaro Centro se debe realizar la reconfiguración de red de monofásica a una red trifásica con una distancia de 2.328 km en distintos sectores del Alimentador, debido a las nuevas cargas.

- Las condiciones de voltaje a lo largo de todo el Alimentador Píllaro Centro son favorables pues en el punto más lejano de la red trifásica presenta una caída de voltaje del 1.02%, mientras que en el tramo más lejano de la red monofásica tiene caída de voltaje de 1.03%, que están dentro del rango de la regulación N° CONELEC 004/01.
- La cargabilidad de los conductores no presenta ningún problema especialmente en la troncal principal ya que posee un conductor calibre 1/0 ACSR que soporta una corriente de 125 A, y la corriente nominal que puede soportar los conductores es 250 A como se puede observar en la gráfica 21 del capítulo II.

3.5.8. *Recomendaciones.*

- Se recomienda que en el Alimentador Píllaro Centro se deben cambiar los 40 transformadores sobrecargados para abastecer las nuevas demandas que ingresarán al sistema eléctrico.
- Se recomienda realizar estudios de la demanda eléctrica una vez realizada la incorporación de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos de agua, para verificar el comportamiento de las mismas en el sistema.
- El crecimiento de las cargas deben ser planificado con estudios, mediante la utilización de nuevos software que permitan pronosticar la potencia para años futuros y obtener una utilización de recursos energéticos.
- Se recomienda a la EEASA que realicen los cambios de los transformadores que se encuentran sobrecargados, para implementar las nuevas cargas de las cocinas de inducción y los calentadores eléctricos ya que sobrepasan la potencia nominal de cada equipo.
- Se recomienda realizar pruebas a las cocinas de inducción a incorporarse para verificar la tolerancia de las mismas a variaciones de voltaje y considerar un estándar para los proyectos en redes eléctricas.
- Se recomienda que la metodología del Ministerio de Electricidad de Energías Renovables (MEER) aplicada en el Alimentador Píllaro Centro se deben aplicar con los diferentes Alimentadores de la Empresa Eléctrica Ambato (EEASA).
- Se recomienda implementar las medidas necesarias al sistema eléctrico de distribución que garanticen la calidad de servicio eléctrico.
- Se recomienda mantener un control adecuado de niveles de voltaje en los conductores a fin de preservar la vida útil de los mismos, y brindar servicio eléctrico continuo a todos usuarios.

3.5.9. *Glosario de términos y siglas.*

- **Acometida eléctrica.** Es el alambrado de toma de fuerza de un consumidor.
- **Alta voltaje.** Voltajes elevados, arriba de 6.6 kV.
- **Amperios:** Unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica, cuyo símbolo es A. Se define como el número de cargas igual a 1 coulomb que pasar por un punto de un material en un segundo. ($1A= 1C / s$).
- **Armónicas.** Magnitudes sinusoidales de las cuales la frecuencia es un múltiplo de una frecuencia seleccionada como fundamental.
- **Calidad del Servicio Eléctrico.** Conjunto de características del servicio referidas a la disponibilidad de las instalaciones, los medios operativos y a la regulación de voltaje y frecuencia.
- **Cable:** Conductor formado por un conjunto de hilos, ya sea trenzados o torcidos.
- **Caída de voltaje:** Es la diferencia entre la tensión de transmisión y de recepción.
- **Calidad de la Energía.** Se caracteriza por la forma de onda y toma en cuenta las
- **Carga Eléctrica.** Sinónimo de cantidad de electricidad.
- **Centro de Transformación:** Constituye el conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento utilizados para la distribución de energía eléctrica.
- **Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).** Corporación Civil de derecho privado, sin fines de lucro, a cargo de la administración de las transacciones técnicas y financieras del MEM.
- **Circuito eléctrico:** Trayecto o ruta de una corriente eléctrica, formado por conductores, que transporta energía eléctrica entre fuentes.
- **Confiabilidad del Sistema eléctrico.** Es el suministro de un suficiente y seguro servicio de generación, transmisión y distribución.
- **Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).** Organismo de derecho público encargada de la planificación, regulación y control del sector eléctrico.

- **Consumidor Final de energía eléctrica.** Es la persona natural o jurídica que hace uso de la energía eléctrica proporcionada por el distribuidor, previo contrato celebrado por las partes y cuyo suministro está sujeto a las tarifas establecidas en la Ley, el Reglamento General, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias y el Contrato de Concesión.
- **Conductor eléctrico:** Cualquier material que ofrezca mínima resistencia al paso de una corriente eléctrica. Los conductores más comunes son de cobre o de aluminio y pueden estar aislados o desnudos.
- **Consumo de Energía:** Potencia eléctrica utilizada por toda o por una parte de una instalación de utilización durante un período determinado de tiempo.
- **Curva de Carga.** Será la que representa el comportamiento de la carga durante el período en estudio.
- **Demanda Eléctrica:** Requerimiento instantáneo a un sistema eléctrico de potencia, normalmente expresado en mega watts (MW) o kilowatts (kW).
- **Distribuidor de energía eléctrica.** Es la persona natural o jurídica titular de una concesión para la prestación del servicio público de distribución de energía eléctrica por virtud de la cual asume la obligación de prestar el suministro de electricidad a los consumidores finales ubicados dentro del área respecto de la cual goza de exclusividad regulada.
- **Energía Eléctrica.** La generación o uso de la potencia eléctrica por un equipo o dispositivo en un período de tiempo, expresa en kWh, MWh o GWh.
- **Factor de Carga eléctrica.** Es una medida del grado de uniformidad de la demanda en un período, usualmente un año, equivalente a la relación entre la demanda promedio respecto a la demanda máxima durante el mismo período, expresado en porcentaje.
- **Factor de potencia:** Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.
- **Factor de demanda:** Relación entre la demanda máxima registrada y la carga total conectada al sistema. //Relación entre la potencia máxima absorbida por un conjunto de instalaciones durante un intervalo de tiempo determinado y la potencia instalada de este conjunto.

- **Frecuencia:** Número de veces que la señal alterna se repite en un segundo. Su unidad de medida es el hertz (Hz).
- **Interrupción de energía eléctrica:** Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los Consumidores del área de concesión del Distribuidor.
- **Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE).** Es la Ley que rige el Sector Eléctrico del País.
- **Kilowatt (*):** Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1,000 watts; se abrevia kW.
- **Niveles de voltaje:** Se refiere a los niveles de alto voltaje (AV), medio voltaje (MV) y bajo voltaje (BV) definidos en el Reglamento de Suministro del Servicio.
- **Kilowatt-hora (*):** Unidad de energía utilizada para registrar los consumos.
- **Regulación de Voltaje.** Es la habilidad del sistema para controlar el voltaje, manteniéndolo dentro de los límites establecidos. El control se lo realiza mediante ajustes de la potencia reactiva de los generadores, cambios de taps en los transformadores, conexión/desconexión de capacitores y reactores en los sistemas de transmisión y distribución.
- **Voltaje nominal (Vn):** Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.
- **Voltaje de suministro (Vs):** Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado.
- **(Vn):** Voltaje nominal
- **(Vs):** Voltaje de suministro

3.6. Bibliografía.

- ARIZA RAMÍREZ Adriana Maricela, Métodos utilizados para el pronóstico de la demanda de energía eléctrica en sistemas de distribución, Universidad Tecnológica de Pereira. [ref. 2 de agosto 2013]
- GUIAS DE DISEÑO Empresa eléctrica Ambato
- ING. TAMA FRANCO Alberto, MAE, MGE, MBA Asesor de la Gerencia General de la Corporación Eléctrica del Ecuador [ref. 30 de Diciembre del 2014]
- MORENO BAYARDO, María Guadalupe. Introducción a la metodología de la investigación educativa 1[ref. de 20 de noviembre del 2014] Página 42.
- Plan Maestro de Electrificación. CONELEC. Quito, 2013
- <http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/PME0920CAP5.pdf>
- Regulación CONELEC N°-004/01 (2001). “Calidad de Servicio eléctrico de distribución”. Resolución N° 0116/01, 23 mayo 2001, Quito, Ecuador
Pag.web.www.conelec.gob.ec
- RAMIREZ CASTAÑO Samuel, Redes de Distribución de Energía, Universidad Nacional de Colombia Tercera Edición Manizales [ref. 26 de Diciembre del 2014]
- SUITE, Roberval, Análisis Básicos de CYMDIST, Guía de usuario [ref. Diciembre del 2011].
<<http://www.tradurep.com/docs/cymdistan%C3%A1lisisb%C3%A1licosu g.pdf>>.
- www.conelec.gob.ec Pliego tarifario para egresas eléctricas

Anexos

Anexo I. Demanda diversificada cocinas de inducción.

Número Usuarios	Factor simultaneidad	Potencia cocinas (kW)	Dmáx Coincidente
1	1,00	2,80	1,68
2	0,77	2,15	1,288
3	0,54	1,52	0,909
4	0,45	1,26	0,758
5	0,41	1,14	0,682
6	0,37	1,04	0,625
7	0,36	1,00	0,599
8	0,34	0,95	0,568
9	0,33	0,92	0,549
10	0,32	0,88	0,531
11	0,31	0,87	0,521
12	0,30	0,85	0,511
13	0,30	0,84	0,502
14	0,29	0,82	0,493
15	0,29	0,81	0,483
16	0,28	0,79	0,473
17	0,28	0,77	0,464
18	0,27	0,76	0,455
19	0,27	0,74	0,445
20	0,26	0,73	0,436
21	0,26	0,72	0,433
22	0,26	0,72	0,430
23	0,25	0,71	0,427
24	0,25	0,71	0,424
25	0,25	0,70	0,422
26	0,25	0,70	0,419
27	0,25	0,69	0,416
28	0,25	0,69	0,413
29	0,24	0,68	0,410
30	0,24	0,68	0,407
31	0,24	0,67	0,404
32	0,24	0,67	0,401
33	0,24	0,67	0,399
34	0,24	0,66	0,396
35	0,23	0,66	0,393
36	0,23	0,65	0,391
37	0,23	0,65	0,388
38	0,23	0,64	0,385
39	0,23	0,64	0,382
40	0,23	0,63	0,379
41	0,22	0,63	0,377
42	0,22	0,63	0,377
43	0,22	0,63	0,376
44	0,22	0,62	0,374
45	0,22	0,62	0,374
46	0,22	0,62	0,373
47	0,22	0,62	0,371
48	0,22	0,62	0,370
49	0,22	0,62	0,370
50	0,22	0,61	0,368
51	0,22	0,61	0,367

52	0,22	0,61	0,367
53	0,22	0,61	0,365
54	0,22	0,61	0,364
55	0,22	0,61	0,364
56	0,22	0,60	0,362
57	0,22	0,60	0,361
58	0,21	0,60	0,360
59	0,21	0,60	0,359
60	0,21	0,60	0,358
61	0,21	0,60	0,358
62	0,21	0,60	0,358
63	0,21	0,60	0,358
64	0,21	0,60	0,358
65	0,21	0,60	0,358
66	0,21	0,60	0,358
67	0,21	0,60	0,358
68	0,21	0,60	0,358
69	0,21	0,60	0,358
70	0,21	0,60	0,358
71	0,21	0,60	0,358
72	0,21	0,60	0,358
73	0,21	0,60	0,358
74	0,21	0,60	0,358
75	0,21	0,60	0,358
76	0,21	0,60	0,358
77	0,21	0,60	0,358
78	0,21	0,60	0,358
79	0,21	0,60	0,358
80	0,21	0,60	0,358
81	0,21	0,60	0,358
82	0,21	0,60	0,358
83	0,21	0,60	0,358
84	0,21	0,60	0,358
85	0,21	0,60	0,358
86	0,21	0,60	0,358
87	0,21	0,60	0,358
88	0,21	0,60	0,358
89	0,21	0,60	0,358
90	0,21	0,60	0,358
91	0,21	0,60	0,358
92	0,21	0,60	0,358
93	0,21	0,60	0,358
94	0,21	0,60	0,358
95	0,21	0,60	0,358
96	0,21	0,60	0,358
97	0,21	0,60	0,358
98	0,21	0,60	0,358
99	0,21	0,60	0,358
100	0,20	0,56	0,337

Elaborado por: Los postulantes

Anexo 2. Demanda diversificada EEASA por tipo de usuarios

# USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD	DEMANDA DIVERSIFICADA POR CATEGORÍA			
		A	B	C	D
1	1.04	3.9	2.7	1.7	0.9
2	1.15	6.8	4.7	2.9	1.6
3	1.27	9.2	6.4	4	2.1
4	1.37	11.3	7.9	4.9	2.6
5	1.48	13.2	9.1	5.7	3
6	1.58	14.8	10.3	6.5	3.4
7	1.67	16.4	11.3	7.1	3.8
8	1.75	17.8	12.3	7.8	4.1
9	1.83	19.2	13.3	8.4	4.4
10	1.9	20.5	14.2	9	4.7
11	1.96	21.8	15.1	9.5	5
12	2.02	23.1	16	10.1	5.3
13	2.08	24.4	16.9	10.6	5.6
14	2.13	25.6	17.8	11.2	5.9
15	2.18	26.9	18.6	11.7	6.2
16	2.22	28.1	19.5	12.3	6.5
17	2.26	29.3	20.3	12.8	6.8
18	2.3	30.5	21.1	13.3	7
19	2.33	31.8	22	13.8	7.3
20	2.37	33	22.8	14.4	7.6
21	2.4	34.2	23.7	14.9	7.9
22	2.43	35.4	24.5	15.4	8.2
23	2.45	36.6	25.3	15.9	8.4
24	2.48	37.8	26.2	16.5	8.7
25	2.5	39	27	17	9
26	2.52	40.2	27.8	17.5	9.3
27	2.55	41.4	28.6	18	9.5
28	2.57	42.6	29.5	18.6	9.8
29	2.59	43.8	30.3	19.1	10.1
30	2.6	44.9	31.1	19.6	10.4
31	2.62	46.1	31.9	20.1	10.6
32	2.64	47.3	32.8	20.6	10.9
33	2.65	48.5	33.6	21.1	11.2
34	2.67	49.7	34.4	21.7	11.5
35	2.68	50.9	35.2	22.2	11.7
36	2.7	52.1	36.1	22.7	12
37	2.71	53.3	36.9	23.2	12.3
38	2.72	54.5	37.7	23.7	12.6
39	2.73	55.7	38.5	24.3	12.8
40	2.74	56.8	39.4	24.8	13.1
41	2.76	58	40.2	25.3	13.4
42	2.77	59.2	41	25.8	13.7
43	2.78	60.4	41.8	26.3	13.9

# USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD	DEMANDA DIVERSIFICADA POR CATEGORÍA			
		A	B	C	D
61	2.91	81.8	56.6	35.6	18.9
62	2.91	83	57.4	36.2	19.1
63	2.92	84.1	58.3	36.7	19.4
64	2.93	85.3	59.1	37.2	19.7
65	2.93	86.5	59.9	37.7	20
66	2.94	87.7	60.7	38.2	20.2
67	2.94	88.9	61.5	38.7	20.5
68	2.94	90.1	62.4	39.3	20.8
69	2.95	91.3	63.2	39.8	21.1
70	2.95	92.4	64	40.3	21.3
71	2.96	93.6	64.8	40.8	21.6
72	2.96	94.8	65.6	41.3	21.9
73	2.97	96	66.5	41.8	22.2
74	2.97	97.2	67.3	42.4	22.4
75	2.97	98.4	68.1	42.9	22.7
76	2.98	99.6	68.9	43.4	23
77	2.98	100.7	69.7	43.9	23.2
78	2.98	101.9	70.6	44.4	23.5
79	2.99	103.1	71.4	44.9	23.8
80	2.99	104.3	72.2	45.5	24.1
81	2.99	105.5	73	46	24.3
82	3	106.7	73.9	46.5	24.6
83	3	107.9	74.7	47	24.9
84	3	109	75.5	47.5	25.2
85	3.01	110.2	76.3	48	25.4
86	3.01	111.4	77.1	48.6	25.7
87	3.01	112.6	78	49.1	26
88	3.02	113.8	78.8	49.6	26.3
89	3.02	115	79.6	50.1	26.5
90	3.02	116.2	80.4	50.6	26.8
91	3.02	117.3	81.2	51.2	27.1
92	3.03	118.5	82.1	51.7	27.4
93	3.03	119.7	82.9	52.2	27.6
94	3.03	120.9	83.7	52.7	27.9
95	3.03	122.1	84.5	53.2	28.2
96	3.04	123.3	85.3	53.7	28.4
97	3.04	124.5	86.2	54.3	28.7
98	3.04	125.6	87	54.8	29
99	3.04	126.8	87.8	55.3	29.3
100	3.05	128	88.6	55.8	29.5
101	3.05	129.2	89.4	56.3	29.8
102	3.05	130.4	90.3	56.8	30.1
103	3.05	131.6	91.1	57.4	30.4

44	2.79	61.6	42.6	26.8	14.2	104	3.06	132.8	91.9	57.9	30.6
45	2.8	62.8	43.5	27.4	14.5	105	3.06	133.9	92.7	58.4	30.9
46	2.8	64	44.3	27.9	14.8	106	3.06	135.1	93.6	58.9	31.2
47	2.81	65.2	45.1	28.4	15	107	3.06	136.3	94.4	59.4	31.5
48	2.82	66.3	45.9	28.9	15.3	108	3.06	137.5	95.2	59.9	31.7
49	2.83	67.5	46.8	29.4	15.6	109	3.07	138.7	96	60.5	32
50	2.84	68.7	47.6	30	15.9	110	3.07	139.9	96.8	61	32.3
51	2.85	69.9	48.4	30.5	16.1	111	3.07	141.1	97.7	61.5	32.6
52	2.85	71.1	49.2	31	16.4	112	3.07	142.2	98.5	62	32.8
53	2.86	72.3	50	31.5	16.7	113	3.07	143.4	99.3	62.5	33.1
54	2.87	73.5	50.9	32	17	114	3.07	144.6	100.1	63	33.4
55	2.87	74.6	51.7	32.5	17.2	115	3.08	145.80	100.9	63.6	33.6
56	2.88	75.8	52.5	33.1	17.5	116	3.08	147.00	101.8	64.1	33.9
57	2.89	77	53.3	33.6	17.8	117	3.08	148.20	102.6	64.6	34.2
58	2.89	78.2	54.1	34.1	18	118	3.08	149.40	103.4	65.1	34.5
59	2.9	79.4	55	34.6	18.3	119	3.08	150.60	104.2	65.6	34.7
60	2.9	80.6	55.8	35.1	18.6	120	3.08	151.80	105	66.1	35

Elaborado por: Los postulantes

Anexo 3. Transformadores sobrecargados 5 kVA

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Cientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potencia en cocinas de Inducción	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectada en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transfor mador requerido [kVA]	% Cargabili dad de transform ador	Coord. en X	Coord. en Y
5	400	11	5.31	0.95	5.04	9.00	14.04	15	94%	774840	9871719
5	493	20	8.71	0.95	8.28	14.40	22.68	25	91%	773864	9869485
5	1361	11	5.31	0.95	5.04	9.00	14.04	15	94%	771145	9870245
5	3042	3	2.58	0.95	2.45	2.90	5.35	10	53%	777506	9871270
5	9207	9	4.95	0.95	4.70	8.40	13.10	15	87%	772059	9870296
5	7142	7	3.75	0.95	3.56	6.50	10.06	10	101%	778759	9870704

Elaborado por: Los postulantes

Anexo 4. Transformador sobrecargado 10 kVA

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Cientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potencia en cocinas de Inducción	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectada en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transforma dor requerido [kVA]	% Cargabilid ad de transform ador	Coord. en X	Coord. en Y
10	1933	7	3.75	0.95	3.56	6.50	10.06	10	101%	772470	9869683
10	2701	23	9.46	0.95	8.99	15.40	24.39	25	98%	772751	9869547
10	1924	19	8.19	0.95	7.78	13.30	21.08	22	96%	771663	9869494
10	8791	34	13.17	0.95	12.51	21.10	33.61	37.5	90%	774154	9870040
10	8968	23	9.46	0.95	8.99	15.40	24.39	25	98%	773323	9869750
10	3792	32	12.84	0.95	12.20	20.60	32.80	37.5	87%	774796	9872210
10	4475	23	9.46	0.95	8.99	15.40	24.39	25	98%	775095	9868291
10	3427	30	11.90	0.95	11.31	19.10	30.41	37.5	81%	771674	9870266
10	9938	4	3.03	0.95	2.88	4.90	7.78	10	78%	773680	9869727
10	1923	32	12.84	0.95	12.20	20.60	32.80	37.5	87%	774035	9870399

Elaborado por: Los postulantes

Anexo 5. Transformador sobrecargado 15 kVA

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Cientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potenci a en cocinas de Inducci ón	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectad a en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transforma dor requerido [kVA]	% Cargabilidad de transformado r	Coord. en X	Coord. en Y
15	3976	48	17.77	0.95	16.88	28.90	45.78	50	92%	772343	9869428
15	8713	34	13.17	0.95	12.51	21.10	33.61	37.5	90%	774476	9869755
15	4546	43	16.15	0.95	15.34	26.30	41.64	50	83%	772911	9870017
15	10179	31	12.22	0.95	11.61	19.60	31.21	37.5	83%	772904	9869920
15	3207	30	11.90	0.95	11.31	19.10	30.41	37.5	81%	775241	9871953
15	10126	11	5.31	0.95	5.04	9.00	14.04	25.0	56%	773087	9869688
15	1938	20	8.71	0.95	8.28	14.40	22.68	37.5	60%	773601	9869861
15	5351	28	11.56	0.95	10.98	18.60	29.58	37.5	79%	771895	9870250
15	5352	22	9.10	0.95	8.64	14.90	23.54	25.0	94%	774860	9869498
15	9265	19	8.19	0.95	7.78	13.30	21.08	25.0	84%	772233	9870594
15	9321	22	9.10	0.95	8.64	14.90	23.54	25.0	94%	772034	9870568
15	1919	27	10.89	0.95	10.34	17.50	27.84	37.5	74%	772204	9870427

Elaborado por: Los postulantes

Anexo 6. Transformador sobrecargado 25 kVA

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Clientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potencia en cocinas de Inducción	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectada en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transforma dor requerido [kVA]	% Cargabili dad de transform ador	Coord. en X	Coord. en Y
25	1915	47	17,46	0,95	16,58	28,40	44,98	50	90%	773146	9870128
25	4772	27	10,89	0,95	10,34	17,50	27,84	37	114%	774791	9870940
25	1949	54	19,37	0,95	18,40	31,50	49,90	50	221%	773267	9870409
25	4442	31	12,22	0,95	11,61	19,60	31,21	37	132%	774596	9869649
25	8727	44	16,47	0,95	15,65	26,80	42,45	50	183%	774179	9869907
25	9931	42	15,47	0,95	14,70	25,30	40,00	50	173%	774141	9870084
25	9974	24	10,18	0,95	9,67	16,50	26,17	37	112%	772123	9869819

Elaborado por: Los postulantes

Anexo 7. Transformador sobrecargado 37.5 kVA

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Clientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potencia en cocinas de Inducción	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectada en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transfo rmador requeri do [kVA]	% Cargabilidad de transformador	Coord. en X	Coord. en Y
37,5	237	63	22,57	0,95	21,44	36,70	58,14	75	78%	775551	9870032
37,5	5945	44	16,47	0,95	15,65	26,80	42,45	45	94%	772737	9869886
37,5	5946	24	10,18	0,95	9,67	16,50	26,17	37	70%	772804	9870075
37,5	5949	35	13,76	0,95	13,07	22,20	35,27	45	78%	773479	9869957

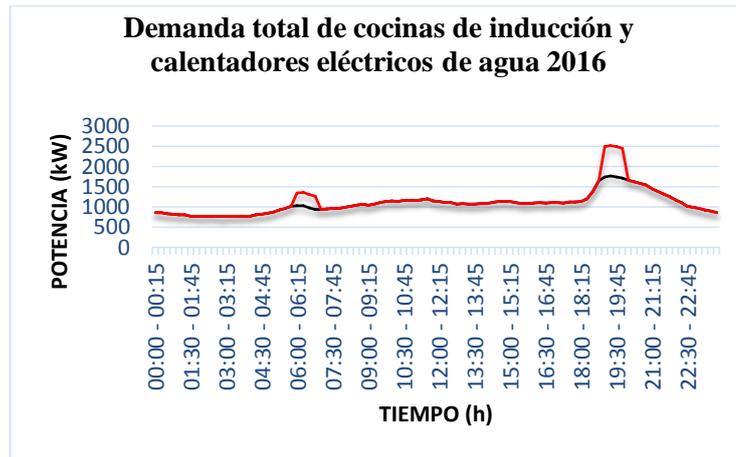
Elaborado por: Los postulantes

Anexo 8. Transformador sobrecargado 50 kVA

SUBESTACIÓN PÍLLARO - ALIMENTADOR PÍLLARO CENTRO CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DISTRIBUCIÓN											
[kVA]	# Trafo	Clientes Resid. con cocinas	Dmáx cocina coincidente [kW]	Factor de potencia en cocinas de Inducción	Demanda Cocinas de inducción en [kVA]	Demanda Proyectad a en [kVA]	Demanda total [kVA]	Transfor mador requerido [kVA]	% Cargabilidad de transformado r	Coord. en X	Coord. en Y
50	6051	73	25,79	0,95	24,50	41,30	65,80	75	88%	773340	9870682

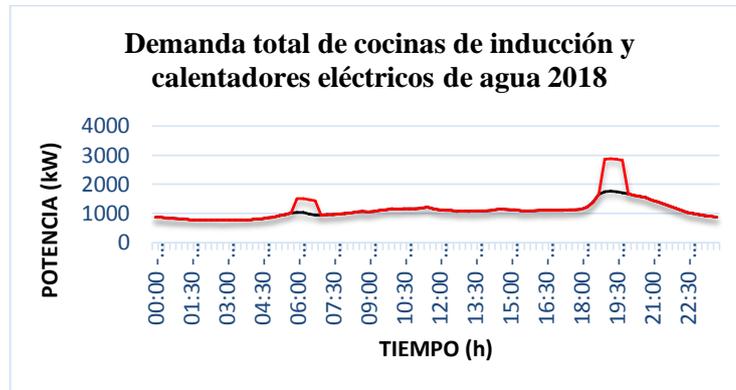
Elaborado por: Los postulantes

Anexo 9. Curva De demanda diaria I escenario.



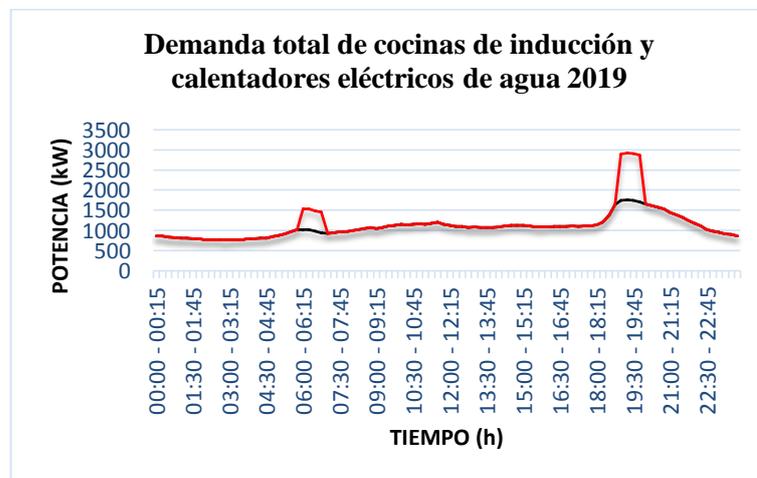
Elaborado por: Los postulantes

Anexo 10. Curva De demanda diaria I escenario



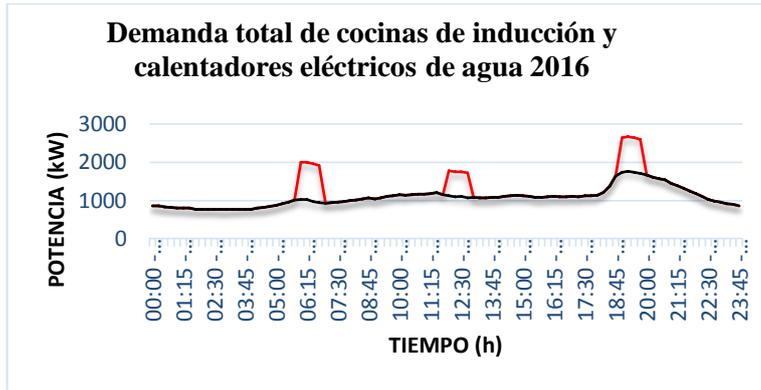
Elaborado por: Los postulantes

Anexo 11. Curva De demanda diaria I escenario



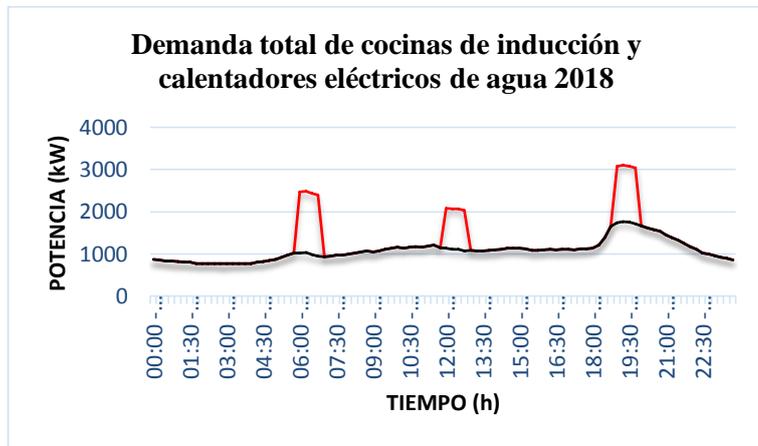
Elaborado por: Los postulantes

Anexo 12. Curva De demanda diaria II escenario



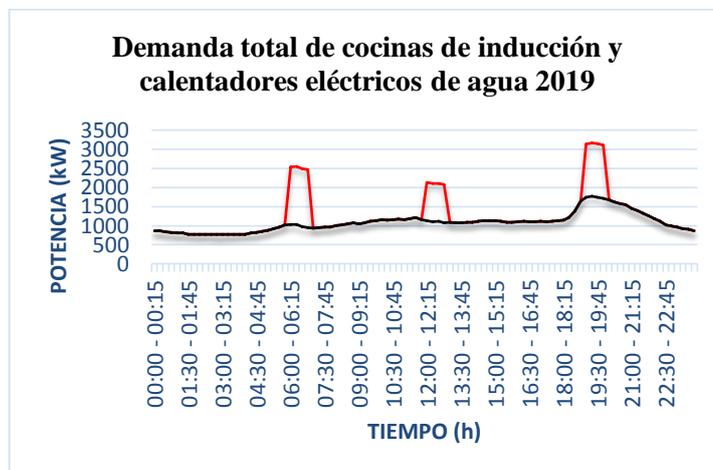
Elaborado por: Los postulantes

Anexo 13. Curva De demanda diaria II escenario



Elaborado por: Los postulantes

Anexo 14. Curva De demanda diaria II escenario



Elaborado por: Los postulantes

4. ¿Cuántos cilindros de gas consume mensualmente para la cocción de alimentos en su hogar?

1 2 3 +de 3

5. ¿Cuántos quemadores tiene su cocina a gas?

2hornilla 3hornillas 4hornillas +de 4hornillas

6. ¿A qué hora enciende su cocina a gas para preparar el desayuno?

05:00 am 06:00am 07:00am 08:00am

7. ¿A qué hora enciende su cocina a gas para preparar el almuerzo?

11:00 am 12:00pm 13:00pm 14:00pm

8. ¿A qué hora enciende su cocina a gas para preparar la merienda?

16:00h 17:00h 18:00h 19:00h

9. ¿Qué tiempo permanece encendida las cocinas a gas para la cocción de sus alimentos?

30min 1h 2h +de 2h

10. ¿Cuantas personas utilizan los calefones y ducha eléctrica en la mañana y noche?

Mañana:

1
 2
 3
 Más de 3

Noche

1
2
3
más de 3

11. Cuál es el tiempo promedio del uso de los calefones y duchas eléctricas en la mañana y en la noche en los siguientes horarios.

Mañana:

05:00

06:00

07:00

Noche:

18:00

19:00

20:00