

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE POTENCIA.

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“ESTUDIO DE LA PROYECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL
CRECIMIENTO DE LA DEMANDA POR TIPO DE USUARIO, CON
LA INCLUSIÓN DE LA COCINA DE INDUCCIÓN, EN EL
ALIMENTADOR PICAIHUA A 13,8 KV DE LA SUBESTACIÓN
ORIENTE, PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA
AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”**

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

Autores:

Tapia Arias Andrés Eduardo

Vilcacundo Banda Marco Vinicio

Director de Tesis:

Ing. Msc. Marcelo Barrera

Asesor Metodológico:

Ing. Idalia Pacheco

LATACUNGA-ECUADOR

JULIO 2014

AUTORÍA

Tapia Arias Andrés Eduardo y Vilcacundo Banda Marco Vinicio, declaramos que el presente trabajo de investigación es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

.....

Tapia Arias Andrés Eduardo

C.I. 050323613-5

.....

Vilcacundo Banda Marco Vinicio

C.I. 050335099-3

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes Tapia Arias Andrés Eduardo; Vilcacundo Banda Marco Vinicio han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“ESTUDIO DE LA PROYECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA POR TIPO DE USUARIO, CON LA INCLUSIÓN DE LA COCINA DE INDUCCIÓN, EN EL ALIMENTADOR PICAIHUA A 13,8KV DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE, PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado

Latacunga, 29 Mayo 2014

EL DIRECTOR

.....
Ing. BARRERA FLORES JAIME MARCELO
C.C. # 1801848779

CERTIFICACIÓN ASESOR METODOLÓGICO

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes Tapia Arias Andrés Eduardo, y Vilcacundo Banda Marco Vinicio, han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“ESTUDIO DE LA PROYECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA POR TIPO DE USUARIO, CON LA INCLUSIÓN DE LA COCINA DE INDUCCIÓN, EN EL ALIMENTADOR PICAIHUA A 13,8KV DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE, PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 29 de Mayo del 2014

.....
Ing. MBA IDALIA ELEONORA PACHECO TIGSELEMA
C.C. # 0502391519
ASESOR METODOLÓGICO DE LA TESIS

CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

CERTIFICACIÓN.

En calidad de Jefe del área de distribución del departamento de diseño y construcción perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., a petición verbal de los interesados certifico que:

Los señores Tapia Arias Andrés Eduardo, portador de la cédula de ciudadanía N°050323613-5 y Vilcacundo Banda Marco Vinicio, portador de la cédula de ciudadanía N°050335099-3, realizaron la Tesis de Grado con el tema:

“Estudio de la proyección y determinación del crecimiento de la demanda por tipo de usuario, con la inclusión de la cocina de inducción, en el alimentador Picaihua a 13,8 KV de la subestación Oriente, perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.”, bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la E.E.A.S.A.

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

Latacunga, 26 Mayo 2014

Atentamente,

.....
C.I.: 1803449964
ING. PAUL MUYULEMA
JEFE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo Lic. Marco Paul Beltrán Semblantes con la C.C.0502666514 **CERTIFICO** que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: **“ESTUDIO DE LA PROYECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA POR TIPO DE USUARIO, CON LA INCLUSIÓN DE LA COCINA DE INDUCCIÓN, EN EL ALIMENTADOR PICAIHUA A 13,8KV DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE, PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”** cuya autores son: Tapia Arias Andrés Eduardo, Vilcacundo Banda Marco Vinicio y director

Latacunga, 15 de Mayo del 2014

Docente:

Lic. Marco Paul Beltrán Semblantes

C.I. 0502666514

AGRADECIMIENTO

Ante todo agradecemos a Dios por habernos dado la oportunidad de poder seguir siempre hacia adelante y conseguir llegar a estas instancias.

A nuestros padres, y hermanos por darnos siempre ese apoyo incondicional para continuar y culminar nuestras metas propuestas.

A nuestro director de tesis, Ing. Marcelo Barrera, quien nos guio y siempre supo estar ahí para brindarnos de sus conocimientos para la realización de este proyecto y de esta manera alcanzar nuestro objetivo.

Al ingeniero Danilo Martínez, quien nos facilitó con la información y supo explicar el funcionamiento del analizador de red.

Al Ingeniero Paul Muyulema, quien nos guio con sus conocimientos y nos supo supervisar con las guías de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. y el Conelec para poder sacar de manera correcta los resultados.

A la **“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”** y a mis profesores en cuyas aulas nos supieron acoger y cultivar con todos los conocimientos adquiridos para que podamos desenvolvemos en la vida profesional.

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico a mis seres queridos Familia y amigos, quienes siempre me han estado apoyando y guiando para ser una persona de bien, y a Dios quien me ha dado salud y vida para poder seguir adelante todos estos años y poder llegar a cumplir todas mis metas y anhelos propuestos.

Andrés Eduardo Tapia Arias

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a las personas que más quiero en el mundo:

A mi mami Angelita, por sembrar en mí la semilla de la sensibilidad y la comprensión, por su cariño, amor y por su fortaleza incondicional. A mi papi Amado por enseñarme a que debemos tener la fortaleza de continuar hacia adelante no importa las circunstancias que la vida nos presenta. A mis hermanos por siempre darme su apoyo y cariño.

Marco Vinicio Vilcacundo Banda

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
<i>Autoría</i>	<i>I</i>
<i>Certificación director de tesis</i>	<i>II</i>
<i>Certificación asesor metodológico</i>	<i>III</i>
<i>Certificación de la empresa</i>	<i>IV</i>
<i>Aval de traducción</i>	<i>V</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>VI</i>
<i>Dedicatoria</i>	<i>VII</i>
<i>Dedicatoria</i>	<i>VIII</i>
<i>Resumen</i>	<i>XVIII</i>
<i>Abstract</i>	<i>XIX</i>
<i>Introducción</i>	<i>XX</i>
<i>CAPITULO I</i>	<i>I</i>
<i>Fundamentación teórica.</i>	<i>1</i>
<i>1.1. Sistemas eléctricos</i>	<i>1</i>
<i>1.1.1 Introducción a sistemas eléctricos</i>	<i>1</i>
<i>1.1.2 Subestación eléctrica de distribución.</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3 Descripción de la subestación Oriente.</i>	<i>2</i>
<i>1.1.4 Alimentador eléctrico.</i>	<i>5</i>
<i>1.1.4.1 Alimentador primario</i>	<i>5</i>
<i>1.1.4.2 Alimentadores secundarios.</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5 Calidad de energía eléctrica</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5.1 Tres perspectivas de calidad de la energía eléctrica</i>	<i>6</i>
<i>1.1.6 Pérdidas eléctricas</i>	<i>7</i>
<i>1.1.6.1 Clasificación de las pérdidas eléctricas</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7 Armónicos en sistemas eléctricos.</i>	<i>8</i>
<i>1.1.7.1 Definición de los armónicos.</i>	<i>8</i>
<i>1.1.7.2 Orígenes de los armónicos.</i>	<i>9</i>
<i>1.1.7.3 Contenido normal de armónicos.</i>	<i>9</i>
<i>1.1.7.4 Armónicos de corriente.</i>	<i>10</i>
<i>1.1.7.5 Efecto en el conductor neutro</i>	<i>10</i>
<i>1.1.7.6 Efectos en conductores.</i>	<i>11</i>

1.1.7.7	<i>Los armónicos en la calidad del suministro de energía eléctrica.</i>	11
1.1.8.	<i>Filtro capacitivo de entrada</i>	13
1.1.8.1	<i>Filtros LC.</i>	13
1.1.9	<i>Demanda</i>	13
1.1.9.1	<i>Demanda de diseño.</i>	13
1.1.10	<i>Tipos de usuario de energía eléctrica</i>	14
1.1.11	<i>Curva de carga</i>	15
1.1.12	<i>Carga instalada</i>	15
1.2	<i>Cocinas de inducción</i>	15
1.2.1	<i>Introducción a sistemas de calentamiento inductivo</i>	15
1.2.1.1	<i>Principio de calentamiento por inducción.</i>	17
1.2.1.2	<i>Propiedades del calentamiento por inducción.</i>	18
1.2.2	<i>Eficiencia eléctrica</i>	18
1.2.2.1	<i>Eficiencia de las cocinas de inducción y del glp.</i>	19
1.2.2.2	<i>Consumo de energía de los sistemas de calentamiento inductivo.</i>	19
1.2.2.3	<i>Calidad de calentamiento.</i>	19
1.2.2.4	<i>Limitaciones del calentamiento inductivo.</i>	20
1.2.3	<i>Eficiencia del sistema eléctrico para cocinas de inducción</i>	20
1.2.4	<i>Circuito de potencia de una cocina de inducción</i>	20
1.2.5	<i>Profundidad de penetración en los materiales</i>	21
1.2.6	<i>Características y parámetros del calentamiento por inducción</i>	22
1.2.7	<i>Aplicaciones del calentamiento por inducción</i>	23
1.2.7.1	<i>Tratamiento térmico.</i>	23
1.2.7.2	<i>Cocinas de inducción.</i>	23
1.2.8	<i>Estudio de la cocina a gas licuado de petróleo (glp)</i>	24
1.2.9	<i>Cocina comercial de inducción</i>	25
1.2.9.1	<i>Partes de la cocina de inducción.</i>	26
1.2.10	<i>Fenómeno de la inducción para producir calor</i>	26
1.2.10.1	<i>Diferencia entre vitrocerámicas convencionales y de inducción.</i>	26
1.2.10.2	<i>Materiales que sirven para la cocina de inducción.</i>	27
1.2.11	<i>Tecnología de inducción.</i>	27
1.2.11.1	<i>Ventajas de las cocinas de inducción.</i>	28
1.2.11.2	<i>Desventajas de las cocinas de inducción.</i>	29
1.3	<i>Equipos y software utilizados</i>	30

1.3.1	<i>Software de simulación</i>	30
1.3.1.1	<i>Descripción del software cymdist</i>	30
1.3.2	<i>Equipo de medición</i>	32
1.3.2.1	<i>Analizador de calidad de energía trifásico</i>	32
	CAPITULO II	33
	<i>Presentación, interpretación y análisis de resultados</i>	33
2.1	<i>Aspectos generales de la empresa eléctrica ambato s.a.</i>	33
2.1.1	<i>Antecedentes históricos</i>	33
2.1.2	<i>Dedicación</i>	33
2.1.3	<i>Ubicación geográfica, jurisdicción</i>	33
2.1.4	<i>Objetivos de la empresa</i>	34
2.1.5	<i>Función</i>	34
2.1.6	<i>Infraestructura y servicios</i>	35
2.2	<i>Diseño metodológico</i>	36
2.2.1	<i>Métodos de investigación</i>	36
2.2.1.1	<i>Método inductivo</i>	36
2.2.1.2	<i>Método experimental</i>	36
2.2.2	<i>Tipos de investigación</i>	37
2.2.2.1	<i>Aplicada</i>	37
2.2.2.2	<i>Descriptiva</i>	37
2.2.2.3	<i>De campo</i>	38
2.2.3	<i>Técnicas de investigación</i>	38
2.2.3.1	<i>La encuesta</i>	38
2.3	<i>Cálculo de población y muestra</i>	39
2.3.1	<i>Encuesta realizada a la muestra en el alimentador picaihua</i>	40
2.3.1.1	<i>Población</i>	40
2.4	<i>Análisis de los resultados de la encuesta</i>	40
2.5	<i>Datos actuales del alimentador Picaihua</i>	48
2.5.1	<i>Datos actuales de la corrida de flujos en cymdist</i>	48
2.6	<i>Calibres de conductores</i>	51
2.7	<i>Estimación de la demanda en el alimentador picaihua</i>	52
2.7.1.1	<i>Resultados del consumo de energía mensual residencial</i>	54
2.7.1.2	<i>Análisis del consumo de energía diario de usuarios residenciales</i>	54
2.8	<i>Inclusión de la cocina de inducción en la EEASA</i>	55

2.8.1	<i>Datos de diferentes cocinas de inducción.</i>	55
2.8.1.1	<i>Cocina de inducción kalley.</i>	56
2.8.1.2	<i>Cocina de inducción duxtop.</i>	56
2.8.2	<i>Eficiencia de las cocinas de inducción.</i>	61
2.9	<i>Tiempo de cocción con la cocina de inducción.</i>	62
2.10	<i>Incremento de potencia en el alimentador.</i>	63
2.10.1	<i>Capacidad de transformadores del alimentador Picaihua.</i>	65
2.10.2	<i>Estudio de la demanda máxima de las cocinas de inducción.</i>	66
2.11	<i>Verificación de la hipótesis.</i>	68
2.11.1	<i>Modelo lógico.</i>	68
2.11.2	<i>Modelo matemático.</i>	68
2.11.3.1	<i>Grados de libertad.</i>	70
2.11.3.2	<i>Regla de decisión.</i>	70
2.12.	<i>Conclusión de la investigación.</i>	72
	CAPITULO III	73
	<i>Propuesta.</i>	73
3.1	<i>Presentación.</i>	73
3.2	<i>Justificación.</i>	74
3.3	<i>Objetivos de la propuesta.</i>	75
3.3.1	<i>Objetivo general.</i>	75
3.3.2	<i>Objetivos específicos.</i>	76
3.4	<i>Propuesta.</i>	76
3.4.1	<i>Subsidio de la tarifa para las cocinas de inducción.</i>	76
3.5	<i>Recursos necesarios para atender la cobertura de energía.</i>	78
3.5.1	<i>Sin cocinas de inducción.</i>	78
3.5.2	<i>Con cocinas de inducción.</i>	78
3.5.3	<i>Cálculos de tipo de usuario con la cocina de inducción.</i>	79
3.5.4	<i>Calculo de consumo de energía para un usuario promedio.</i>	80
3.6	<i>Estudio precio del gas sin subsidio.</i>	81
3.7	<i>Factibilidad técnica.</i>	83
3.7.1	<i>Factibilidad técnica en el alimentador Picaihua.</i>	83
3.7.2	<i>Factibilidad técnica de las cocinas de inducción.</i>	83
3.8	<i>Factibilidad económica.</i>	84
3.8.1	<i>Factibilidad económica en la Empresa Eléctrica Ambato S.A.</i>	84

3.8.2	<i>Factibilidad económica en residencias.</i>	87
3.9	<i>Factibilidad operacional.</i>	88
3.9.1	<i>Para los usuarios.</i>	88
3.10	<i>Desarrollo de la propuesta.</i>	89
3.11	<i>Proyecciones de la demanda de la cocina de inducción.</i>	93
3.11.1	<i>Carga diaria de la cocina de inducción.</i>	94
3.12	<i>Alternativa de solución</i>	104
3.12.1	<i>Rediseño de demanda para los tipos de usuarios.</i>	104
3.12.2	<i>Aumento de potencia en transformadores</i>	104
3.12.3	<i>Conductor a utilizarse para redes en el alimentador Picaihua.</i>	105
3.12.4	<i>Transformadores a utilizarse.</i>	107
	<i>Conclusiones</i>	110
	<i>Recomendaciones</i>	111
	<i>Glosario de términos básicos</i>	112
	<i>Siglas</i>	113
	<i>Anexos</i>	117

INDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
<i>Gráfico 1; Componentes de un sistema eléctrico</i>	2
<i>Gráfico 2; Diagrama unifilar de la subestación oriente</i>	4
<i>Gráfico 3; Representación de un alimentador primario</i>	6
<i>Gráfico 4; Calidad de servicio</i>	7
<i>Gráfico 5; Clasificación de las pérdidas de energía</i>	8
<i>Gráfico 6; Onda sin contenido armónico</i>	9
<i>Gráfico 7; Componentes armónicos</i>	11
<i>Gráfico 8; Corrientes del tercer armónico en el neutro</i>	12
<i>Gráfico 9; Calentamiento por inducción</i>	16
<i>Gráfico 10; Principio de calentamiento por inducción</i>	17
<i>Gráfico 11; Eficiencia de consumo real de cocinas de inducción</i>	19
<i>Gráfico 12; Eficiencia del sistema eléctrico</i>	20
<i>Gráfico 13; Circuito de potencia</i>	21
<i>Gráfico 14; Profundidad de penetración de radiación electromagnética</i>	21

<i>Gráfico 15; Rapidez del calentamiento por inducción</i>	<i>23</i>
<i>Gráfico 16; Componentes de un sistema de calentamiento por inducción.....</i>	<i>24</i>
<i>Gráfico 17; Equivalente de energía del glp.....</i>	<i>24</i>
<i>Gráfico 18; Cocina comercial de inducción.....</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico 19; Partes de la cocina de inducción</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 20; Diferencia entre vitrocerámicas convencionales y de inducción ..</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 21; Ventajas de la cocina de inducción</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 22; Software Cymdist.....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 23; Interfaz de Cymdist.....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 24; Analizador de calidad de energía trifásico powerpad 3945-b.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 25; Sistema organizacional de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.....</i>	<i>35</i>
<i>Gráfico 26; Opciones en porcentaje, pregunta #1</i>	<i>41</i>
<i>Gráfico 27; Opciones en porcentaje, pregunta #2</i>	<i>42</i>
<i>Gráfico 28; Opciones en porcentaje, pregunta #3</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 29; Opciones en porcentaje, pregunta #4</i>	<i>44</i>
<i>Gráfico 30; Opciones en porcentaje, pregunta #5</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico 31; Opciones en porcentaje, pregunta #6</i>	<i>46</i>
<i>Gráfico 32; Opciones en porcentaje, pregunta #7.</i>	<i>47</i>
<i>Gráfico 33; Perfiles de carga en kva</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico 34; Perfiles de potencia reactiva</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico 35; Voltajes iniciales.....</i>	<i>51</i>
<i>Gráfico 36; Curva de demanda diaria, alimentador.....</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico 37; Curva de potencia de las cocinas de inducción.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 38; Curva de corriente rms de las cocinas de inducción.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 39; Curvas de armónicos.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico 40; Curvas de armónicos.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico 41; Curva característica de cargas.....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 42; Curva característica de carga de cocinas</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 43; Uso del glp</i>	<i>82</i>
<i>Gráfico 44; Proyección de entrega anual de cocinas de inducción</i>	<i>94</i>
<i>Gráfico 45; Demanda diaria de la cocina de induccion</i>	<i>96</i>
<i>Gráfico 46; Curva de demanda año 2014</i>	<i>96</i>

<i>Gráfico 47; Proyección de demanda año 2015</i>	98
<i>Gráfico 48; Proyección de demanda año 2016</i>	99
<i>Gráfico 49; Proyección de demanda año 2017</i>	100
<i>Gráfico 50; Proyección de demanda año 2018</i>	100
<i>Gráfico 51; Proyección de demanda año 2019</i>	101
<i>Gráfico 52; Proyección de demanda año 2020</i>	101
<i>Gráfico 53; Proyección de demanda año 2021</i>	103
<i>Gráfico 54; Proyección de demanda año 2022</i>	103
<i>Gráfico 55; Redes de distribución</i>	108
<i>Gráfico 56; Transformador monofásico a 3 hilos</i>	108
<i>Gráfico 57; Medidor monofásico 3 hilos</i>	109
<i>Gráfico 58; Sistema monofásico a tres hilos</i>	109

INDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<i>Tabla 1; Alimentadores subestación Oriente</i>	4
<i>Tabla 2; Niveles de referencia para las armónicas</i>	12
<i>Tabla 3; Demanda de diseño proyectada</i>	13
<i>Tabla 4; Tipos de usuarios según el área de construcción</i>	14
<i>Tabla 5; Tipos de usuarios según el lugar de ubicación.</i>	14
<i>Tabla 6; Pregunta #1, valoración de opciones</i>	41
<i>Tabla 7; Pregunta #2, valoración de opciones</i>	42
<i>Tabla 8; Pregunta #3, valoración de opciones</i>	43
<i>Tabla 9; Pregunta #4, valoración de opciones</i>	44
<i>Tabla 10; Pregunta #5, valoración de opciones</i>	45
<i>Tabla 11; Pregunta #6, valoración de opciones</i>	46
<i>Tabla 12; Pregunta #7, valoración de opciones</i>	47
<i>Tabla 13; Resumen total de datos</i>	48
<i>Tabla 14; Condiciones de líneas actuales en el alimentador</i>	49
<i>Tabla 15 Costo anual de las pérdidas del sistema del alimentador</i>	49
<i>Tabla 16; Datos del alimentador Picaihua</i>	51
<i>Tabla 17; Longitud y calibres de conductores</i>	52
<i>Tabla 18; Características del alimentador Picaihua</i>	52

<i>Tabla 19; Tipos de usuarios, alimentador Picaihua</i>	53
<i>Tabla 20; Energía mensual por tipo de usuario</i>	54
<i>Tabla 21; Consumo diario promedio de los usuarios</i>	54
<i>Tabla 22; Consumo de energía de un usuario residencial de la EEASA</i>	55
<i>Tabla 23; Número de cocinas de inducción a entregarse en la EEASA</i>	55
<i>Tabla 24; Cocina de inducción Kalley</i>	56
<i>Tabla 25; Cocina de inducción Duxtop</i>	57
<i>Tabla 26; Valores obtenidos con el analizador de red en las cocinas</i>	58
<i>Tabla 27; Armónicos promedio de la cocina de inducción Kalley</i>	60
<i>Tabla 28; Armónicos promedio de la cocina de inducción Duxtop</i>	60
<i>Tabla 29; Eficiencia de las cocinas de inducción</i>	62
<i>Tabla 30; Pruebas de ebullición</i>	62
<i>Tabla 31; Cocción de legumbres y cereales</i>	63
<i>Tabla 32; Inclusión de la cocina de inducción en los usuarios</i>	65
<i>Tabla 33; Capacidad incrementada de transformadores</i>	65
<i>Tabla 34; Frecuencia observada</i>	69
<i>Tabla 35; Frecuencia esperada</i>	69
<i>Tabla 36; Resolución de chi cuadrado</i>	70
<i>Tabla 37; Distribución chi cuadrado</i>	71
<i>Tabla 38; Tarifa con subsidio para cocinas de inducción</i>	76
<i>Tabla 39; Estudio detallado de las cocinas de inducción</i>	78
<i>Tabla 40; Presupuesto para 100% de cobertura sin cocinas de inducción</i>	78
<i>Tabla 41; Presupuesto para 100% de cobertura con cocinas de inducción</i>	79
<i>Tabla 42; Consumo de energía de la cocina de inducción sin subsidio</i>	79
<i>Tabla 43; Consumo de energía de la cocina de inducción con subsidio</i>	80
<i>Tabla 44; Costo planilla mensual sumando la cocina de inducción</i>	81
<i>Tabla 45; Precios sin subsidio</i>	82
<i>Tabla 46; Costos de material eléctrico (Kiwi)</i>	87
<i>Tabla 47; Costos de material eléctrico (El Mercurio)</i>	88
<i>Tabla 48; Condiciones de las redes</i>	90
<i>Tabla 49; Pérdidas del sistema</i>	90
<i>Tabla 50; Resumen total de datos</i>	91

<i>Tabla 51; Resumen total de datos año 2022.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 52; Potencia requerida para la cocina de inducción.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 53; Proyección anual de usuarios y cocinas de inducción a distribuirse</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 54; Uso de la cocina de inducción</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 55; Proyecciones de potencia con cocinas de inducción.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 56; Proyecciones de potencia con cocinas de inducción.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 57; Proyecciones de potencia con cocinas de inducción.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 58; Potencia aumentada por transformador</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 59; Nuevo tipo de usuario.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 60; Calibres de conductor.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 61; Especificaciones de los conductores</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 62; Tramos sobrecargados</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 63; Características conductor a aplicar</i>	<i>107</i>

RESUMEN

Hoy en día en el Ecuador la principal fuente de energía utilizada para la cocción de alimentos es el gas licuado de petróleo, lo cual constituye un gasto económico importante en la sociedad ecuatoriana y para el estado ecuatoriano debido al alto costo en la importación del mismo, en tal virtud se deben buscar formas de eficiencia energética para sustituir la utilización de GLP subsidiado

El presente estudio hace un análisis de los efectos que se producen al introducir las cocinas eléctricas de inducción en cada uno de los hogares ecuatorianos, respecto a una política gubernamental de sustituir cocinas que funcionen con gas licuado de petróleo, debido al incremento del costo del cilindro de gas por la eliminación del subsidio del mismo, a cocinas eléctricas de inducción con nuevas tarifas de costo para los que ocupan esta cocina.

Con este estudio se proyecta un crecimiento de la demanda al año 2022 sumando la potencia de las cocinas eléctricas de inducción en el alimentador eléctrico primario Picaihua de la subestación Oriente perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., por otra parte, se hace referencia de cómo afecta a las Redes de Distribución, Transformadores trifásicos y monofásicos, Acometidas, equipos de Medición (medidores) e Instalaciones Eléctricas Interiores de los hogares y su respectiva repercusión económica.

En este estudio se realiza un diagnóstico actual del precio y funcionamiento de las cocinas eléctricas de inducción, el número de usuarios residenciales, tipo de redes y transformadores existentes en el alimentador eléctrico Picaihua y equipos de medición. Para el análisis pertinente de este proyecto de investigación, se utiliza herramientas computacionales, software de simulación, bases de datos, analizador de red conectadas con dos tipos diferentes de cocinas de inducción presentes en el mercado, para poder obtener datos reales y para realizar una corrida de flujo en el respectivo software de simulación Cymdist.

ABSTRACT

Nowadays in Ecuador, the main energy source used when you want to cook food is liquefied petroleum gas LPG. This is an important economic spend in the Ecuadorian Society and Ecuador state as well due to the high cost of its importation, for that reason we must find another ways to replace the use of LPG. This study makes an analysis about the products and effects that produce by introducing the induction electrical cooker in the Ecuadorian households, with a government rule of replacing stoves powered by liquefied petroleum gas. The increased cost of gas by removing the subsidy with induction electrical stoves with new costs for those who use this one. Whit this study, a demand will growth is estimated in 2022 adding the power of electric induction cooker in the primary electrical feeder Picaihua of the Oriente substation belong to the Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte SA. Moreover it refers that how affects to the grids Distribution transformers three phases and single phase, service head, measure equipment and electrical installations of households and their respective economic impact. In this study a carry out diagnosis of price and function and operation of electric induction cooker, the houses number users residential, types of grids and transformers in the electrical feeder Picaihua and measurement equipment. In order to do the analys in this research project we use computational tools, simulation software, databases, grid analyzer connected with two different types of electric induction cooker in order to obtain real data and to make respective load flow in the simulation software Cymdist.

INTRODUCCIÓN

Mediante Oficio Nro. MEER-DM-2012-0447-OF, de 04 de julio de 2012 [1], el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER, señala los lineamientos, objetivos y políticas sectoriales e intersectoriales relacionados con el sistema eléctrico ecuatoriano, que deberán ser considerados en el Plan Maestro de Electrificación, PME 2013-2022. Respecto a la demanda eléctrica se indica:

“Dado que la migración del consumo de Gas Licuado de Petróleo, GLP, a electricidad, como fuente energética principal para la cocción de alimentos, constituirá uno de los cambios relevantes en la Matriz Energética del país, es fundamental analizar y establecer, desde distintos ámbitos (oferta futura de generación, adaptación de las redes de transmisión y distribución, tecnologías de cocinas eléctricas, capacidad de producción y/o transporte masivo de cocinas, etc.), los mecanismos para una adecuada implementación de este proyecto de gran escala”.

Uno de los elementos que servirá de insumo para dichos análisis es la caracterización y modelación de la demanda de potencia y energía eléctrica. Bajo esta nueva perspectiva, la gestión integral de la proyección de demanda eléctrica nacional, sobre la base de las políticas y lineamientos establecidos por los Ministerios. Por lo expuesto, realizar la prospectiva de la demanda nacional de potencia y energía eléctrica es una tarea crucial, ya que, a partir de esta variable, será posible establecer los planes de equipamiento y, consecuentemente, las inversiones a realizarse en los distintos segmentos de la cadena de suministro.

Cabe señalar que la migración hacia la cocción con energía eléctrica y en general el cambio de la matriz energética del país, se sustentan en un abastecimiento basado principalmente en fuentes renovables de generación. De ahí que, actualmente se encuentren en ejecución proyectos con aproximadamente 2.900 MW de oferta hidroeléctrica, entre los principales: Paute Sopladora, Toachi-

Pilaton, Manduriacu, Delsitanisagua, Quijos, Minas San Francisco y Coca Codo Sinclair; cerca de 367 MW. En proyectos fotovoltaicos, de biomasa, de biogás y eólicos, con títulos habilitantes otorgados por el CONELEC.

El proyecto de investigación realizado se encuentra estructurado por tres capítulos:

El Primer Capítulo propone la **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**; describe de manera muy general todos los argumentos y postura teórica adoptada durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, enunciando las definiciones básicas y conceptos que están relacionadas con los circuitos eléctricos, para centrarnos en conceptos de alimentador con sus tipos de usuarios y proyecciones.

El Segundo Capítulo es la **PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS** para el desarrollo del proyecto de investigación, considerado como aplicado, descriptivo y de campo, ya que se ayuda de la encuesta como una técnica para recaudar datos e información necesaria para poder analizar y evaluar la posibilidad del proyecto de investigación.

En el Tercer Capítulo se realiza la **PROPUESTA**, una vez que se establecen los parámetros eléctricos necesarios para proyectar la demanda de energía y potencia de acuerdo a los datos recopilado de la cocina de inducción; y, simular en el software CIMDYST una proyección de demanda en el Alimentador Picaihua de la Subestación Oriente de la empresa eléctrica Ambato. S.A.

Finalmente se elaborarán las conclusiones y recomendaciones surgidas en el desarrollo del proyecto de investigación.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. Sistemas Eléctricos

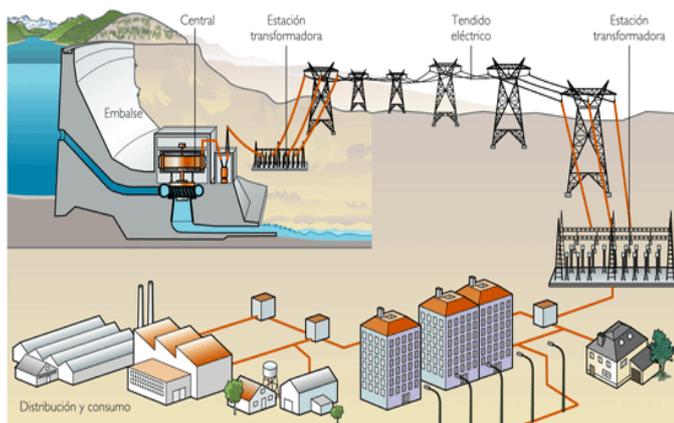
1.1.1 Introducción a sistemas eléctricos

La distribución de energía eléctrica debe realizarse de tal manera que el cliente reciba un servicio continuo, con un valor de voltaje adecuado que le permitan operar sus electrodomésticos eficientemente y que la forma de onda senoidal sea íntegra, es decir que está libre de armónicos.

Según Juan Antonio Yebra Morón (2009) dice que: “Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de conducir la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario.” Pág. 2.

En sí un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos y dispositivos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de voltajes, ubicados en diferentes lugares. Consta de varias etapas empezando desde la generación, transmisión, subtransmisión, distribución, para llegar al usuario y brindar un servicio de calidad de energía eléctrica, esquematizado en el gráfico 1.

GRÁFICO 1; COMPONENTES DE UN SISTEMA ELÉCTRICO



FUENTE: http://alejalove6415.blogspot.com/2010_10_01_archive.html.

1.1.2 Subestación eléctrica de distribución.

La subestación eléctrica es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia, voltaje, corriente con los que permitirá el suministro al sistema y líneas de transmisión existentes.

Se distinguen dos tipos de subestaciones:

- Las de transformación.
- De maniobra.

Las subestaciones de transformación son destinadas a convertir la energía eléctrica mediante uno o más transformadores de potencia, mientras que las de maniobra están destinadas a la conexión de dos o más circuitos y sus maniobras.

Los elementos más importantes que se diferencian en una subestación de distribución son los siguientes:

- Una o varias líneas de entrada de alto voltaje.
- Uno o varios transformadores.
- Un cuadro para la distribución de energía a las distintas salida de medio voltaje.
- Una batería de condensadores.

- Uno o varios transformadores para la alimentación de servicios auxiliares.
- Los circuitos de mandos y control.
- Reactancias limitadoras.

En los centros de transformación de las subestaciones se identifican elementos como: las líneas de llegada de medio voltaje, transformadores de potencia y corriente, equipos de medición entre otros.

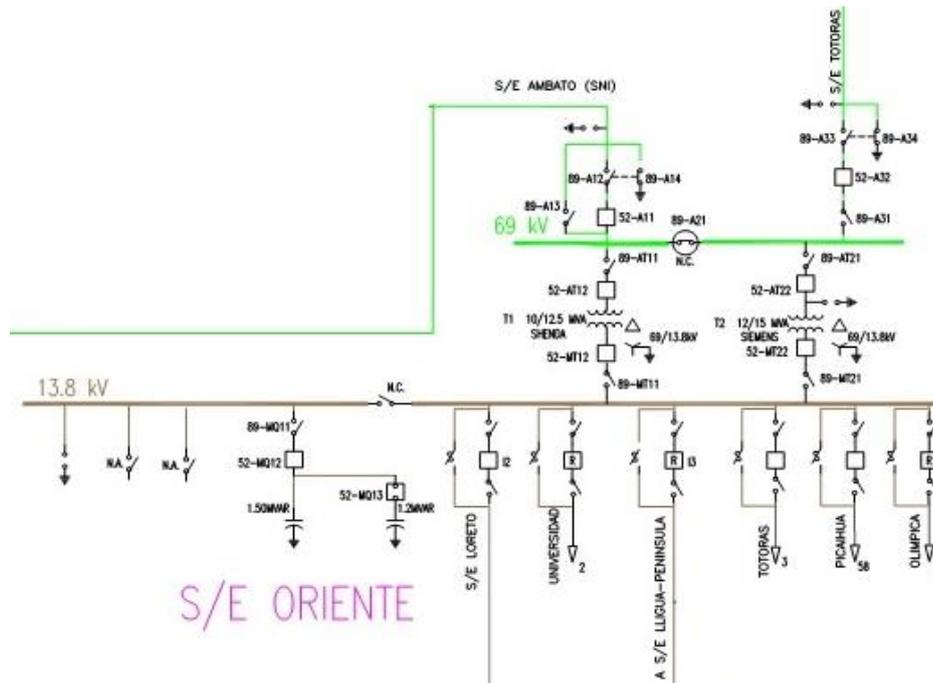
1.1.3 Descripción de la subestación Oriente.

El desarrollo del proyecto se realizará en el alimentador Picaihua de la Subestación Oriente que pertenece a la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA), ubicado en la ciudad de Ambato, avenida Bolivariana frente al colegio Guayaquil. Esta tiene seis alimentadores primarios a nivel de 13,8 kV, que brindan servicio a sectores residenciales, comerciales e industriales.

El gráfico 2 muestra el diagrama unifilar de la Subestación Oriente con un nivel de voltaje de 13,8 kV, con las salidas de los alimentadores:

- Universidad
- Totoras
- Picaihua
- Lligua
- Olímpica
- Loreto

GRÁFICO 2; DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE



FUENTE: Diagrama Unifilar Subestación Oriente Empresa Eléctrica Ambato S.A.

Los alimentadores son considerados como urbanos puesto que prestan servicio a la ciudad de Ambato. Esta subestación posee en su interior equipos digitales y electrónicos para el registro de las variables, además un banco de capacitores que permiten mejorar el factor de potencia de la subestación.

La tabla 1 indica las diferentes características de los alimentadores pertenecientes a la subestación Oriente.

TABLA 1; ALIMENTADORES SUBESTACIÓN ORIENTE

SUBESTACIÓN ORIENTE	Id Alimentador	4690	4687	4688	4689
	Alimentador Primario	Universidad	Totoras	Picaihua	Olímpica
	Voltaje (kV)	13,8	13,8	13,8	13,8
	Longitud Ramal 1Ø(km)	8,7	40,82	53,48	3,22
	Longitud Ramal 2Ø(km)	0	1,65	2,085	0,04
	Longitud Ramal 3Ø (km)	20,03	27,63	21,33	7,75
	# Transformadores 1Ø	81	208	259	35
	# Transformadores 3Ø	85	75	53	43

FUENTE: CONELEC.

1.1.4 Alimentador eléctrico.

Un alimentador eléctrico es un conductor encargado de suministrar toda la corriente que un grupo de sectores de consumo necesita. En sí es el conductor principal que viene del transformador, para alimentar un edificio y llega hasta el interruptor general en el centro de carga.

El alimentador eléctrico consta de una troncal y varios ramales, se encarga de suministrar la energía eléctrica en cualquier sector dispuesto por la empresa distribuidora hasta llegar a los usuarios.

1.1.4.1 Alimentador Primario.

Es el conductor encargado de llevar la energía eléctrica desde la subestación hasta los transformadores de distribución. Van suspendidos en los postes con sus respectivas estructuras cuando se trata de instalaciones aéreas y en ductos o directamente enterrados cuando se trata de instalaciones subterráneas.

Los componentes de un alimentador primario son: Troncal y Ramal:

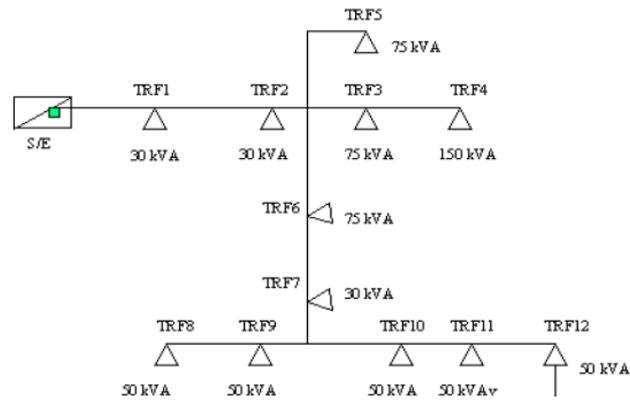
Troncal.- es el tramo de mayor capacidad del alimentador que comunica la energía eléctrica desde la subestación de distribución a los ramales.

Ramal.- es la parte del alimentador primario energizado a través de la troncal, en el cual van vinculados los transformadores de distribución de medio voltaje.

El transformador de distribución es la unión entre los alimentadores primarios y los alimentadores secundarios.

El gráfico 3 representa la conexión de la subestación eléctrica con el alimentador primario y los respectivos transformadores.

GRÁFICO 3; REPRESENTACIÓN DE UN ALIMENTADOR PRIMARIO



FUENTE: <http://www.slideshare.net/albertama/alimentador>.

1.1.4.2 Alimentadores secundarios.

Los alimentadores secundarios son conductores que distribuyen la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas de los usuarios.

1.1.5 Calidad de energía eléctrica.

La calidad de energía eléctrica es la ausencia de interrupciones, sobrevoltajes, deformaciones producidas por armónicos en la red y variaciones de voltaje dirigidas al usuario. Tanto como estabilidad de voltaje, frecuencia y confiabilidad del servicio eléctrico ininterrumpido.

Los disturbios en los elementos indicados no sólo afectan a los aparatos eléctricos de los consumidores, sino que también dañan la correcta operación de la red de suministro eléctrico. Estos disturbios producen inconvenientes como:

- a) Operación errónea de controles remotos.
- b) Sobrecalentamiento de cables.
- c) Incremento de las pérdidas reactivas de los transformadores y motores.
- d) Errores en medición.
- e) Operación errónea de sistemas de protección.

1.1.5.1 Tres Perspectivas de calidad de la energía eléctrica

El problema de la calidad de energía tiene tres perspectivas diferentes:

- Primera, es la que corresponde a lado de los usuarios después del medidor, y es el impacto de los disturbios en los equipos.
- Segunda, también del lado de los usuarios, es que los fabricantes de equipos deben conocer los niveles de éstos disturbios y la frecuencia con que ocurren, para así determinar una tolerancia razonable para sus equipos.
- Tercera que concierne a ambos lados del medidor, es cómo los disturbios causados por un usuario afecta a otros usuarios que están conectados a la misma red eléctrica de suministro.

El gráfico 4 presenta los tres aspectos de la calidad de servicio.

GRÁFICO 4; CALIDAD DE SERVICIO



FUENTE: <http://www.slideshare.net/fnuno/calidad-de-la-energa-elctrica-en-la-industria-y-sus-soluciones>.

ELABORADO POR: Investigadores

1.1.6 Pérdidas eléctricas.

Pérdidas eléctricas son aquellas energías que se desperdician en cada una de las etapas del sistema de distribución, más las pérdidas no técnicas o comerciales producidas por la falta de medición y facturación a usuarios que se abastecen de energía en forma ilegal o cuyos sistemas de medición sufren algún daño.

Las pérdidas que más afectan al sistema son las no técnicas, mejor conocidas como pérdidas negras, las cuales se llevan mediante el hurto directo de la red eléctrica hacia puntos de conexión sin pagar ningún rubro a la debida empresa de distribución eléctrica.

1.1.6.1 Clasificación de las pérdidas eléctricas.

Una de las principales preocupaciones de una empresa eléctrica debe ser la evaluación del nivel de pérdidas en su área de concesión, en todos los subsistemas y componentes: subtransmisión, redes de distribución primaria, transformadores, redes de distribución secundaria, alumbrado público y sistema de medición, de forma que se puedan definir y establecer los mecanismos necesarios para su reducción.

El gráfico 5 identifica los tipos de pérdidas técnicas y no técnicas con los lugares donde se producen.

GRÁFICO 5; CLASIFICACIÓN DE LAS PERDIDAS DE ENERGÍA



ELABORADO POR: Investigadores.

1.1.7 Armónicos en sistemas eléctricos.

Los sistemas eléctricos cuentan actualmente con una gran cantidad de elementos no lineales los cuales generan, a partir de formas de onda sinusoidales y con la frecuencia de la red forman, otras ondas de diferentes frecuencias ocasionando el fenómeno conocido como armónicos. Los armónicos son fenómenos que generan problemas tanto para los usuarios como para la entidad encargada de la prestación del servicio de energía eléctrica, ocasionando diversos efectos nocivos en los equipos de la red por las distorsiones como los daños que causan.

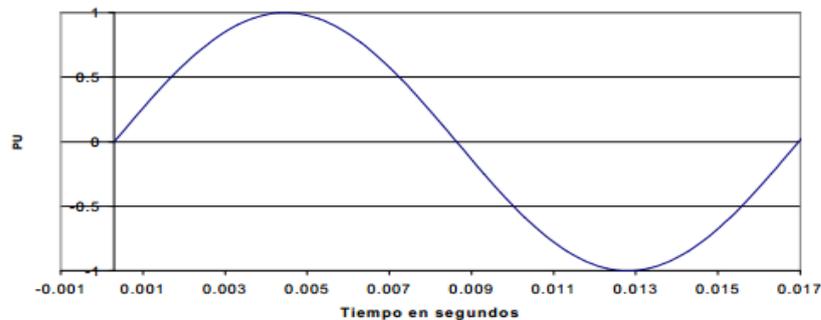
1.1.7.1 Definición de los armónicos.

Según Merlín Gerin (2004) dice que: “Los armónicos proceden principalmente de cargas no lineales cuya característica es absorber una corriente que no tiene la misma forma que la tensión que los alimenta, al circular a través de las impedancias de la red, estas corrientes armónicas crean los voltajes que pueden perturbar el funcionamiento de otros usuarios conectados a la misma”. Pág. 10.

La aparición de corrientes y/o voltajes armónicos en el sistema eléctrico crea problemas tales como, el aumento de pérdidas de potencia activa, sobrevoltajes en los condensadores, mal funcionamiento de protecciones, daño en los aislamientos, disminución de la vida útil de los equipos, entre otros.

El gráfico 6 presenta la forma de onda fundamental, libre de armónicos.

GRÁFICO 6; ONDA SIN CONTENIDO ARMÓNICO



FUENTE: <http://www.ingeborda.com/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Calidad%20de%20Energia%20y%20Armonicos/Armonicos/Armonicos%20en%20sistemas%20electricos.pdf>.

1.1.7.2 Orígenes de los armónicos.

Generalmente todos los armónicos son provocados por cargas no lineales, lo cual significa que su impedancia no es constante. Estas cargas no son lineales a pesar de ser alimentadas con un voltaje sinusoidal, adsorben una intensidad no sinusoidal, pudiendo estar la corriente desfasada un ángulo ϕ respecto al voltaje.

Las principales causantes de las distorsiones armónicas son:

- Las reacciones electromagnéticas y electrónicas de alumbrado.
- Equipos de soldadura eléctrica.

- Equipos electrónicos conectados a la red eléctrica monofásica.
- Arrancadores electrónicos.
- Variadores de velocidad.

1.1.7.3 Contenido normal de armónicos.

Los armónicos crean problemas sólo cuando interfieren con la operación propia del equipo, incrementando los niveles de corriente a un valor de saturación o sobrecalentamiento del equipo o cuando causan otros problemas similares. Los armónicos generalmente originan daños al dispositivo por sobrecalentamiento de devanados y en los circuitos eléctricos, esta es una acción que destruye los dispositivos por una pérdida de vida acelerada.

1.1.7.4 Armónicos de corriente.

La onda no sinusoidal pura está formada por una onda fundamental a la que superponen ondas de frecuencia múltiplos de la frecuencia fundamental. Estas ondas superpuestas reciben el nombre de armónicos de orden superior. Las distorsiones armónicas de corriente distorsionan la onda de tensión al interactuar con la impedancia del sistema originando la reducción de la vida útil y causando una maniobra errática de equipos electrónicos.

1.1.7.5 Efecto en el conductor neutro.

Un conductor neutro común es adecuado para las cargas y económicamente eficiente bajo condiciones balanceadas de operación en cargas monofásicas no lineales. El neutro común de tres circuitos monofásicos es portador de armónicos triples de secuencia cero, los cuales son aditivos en el conductor neutro. Bajo condiciones de desbalance, el neutro común lleva corrientes comprendidas por las corrientes de secuencia positiva procedentes del desbalance del sistema, las corrientes de secuencia negativa procedentes del desbalance del sistema, y las corrientes aditivas de secuencia cero procedentes de los armónicos triples.

1.1.7.6 Efectos en conductores.

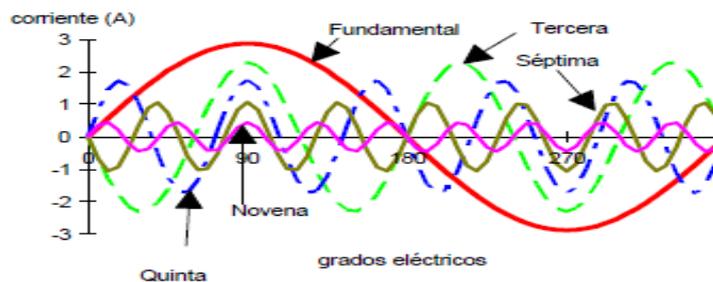
Los conductores experimentan un calentamiento superior al habitual por el efecto Joule, I^2R , donde R es la resistencia a corriente directa del cable y la corriente está dada por el producto de la densidad de corriente por el área transversal del conductor. A medida que aumenta la frecuencia de la corriente que transporta el cable (manteniendo su valor rms igual al valor de corriente directa) disminuye el área efectiva por donde ésta circula puesto que la densidad de corriente crece en la periferia exterior, lo cual se refleja como un aumento en la resistencia efectiva del conductor y pérdida adicional. Las causas de las pérdidas adicionales incluyen:

- Un incremento en la resistencia aparente del conductor con la frecuencia, debido al efecto pelicular.
- Un aumento del valor eficaz de la corriente para una misma potencia activa consumida.
- Un incremento de las pérdidas dieléctricas en el aislamiento con la frecuencia, si el cable es sometido a distorsiones de voltaje no despreciables.

1.1.7.7 Los armónicos en la calidad del suministro de energía eléctrica.

En las cargas no lineales no se ajustan a la marcha de las corrientes senoidales de las fuentes de suministro de corriente alterna. Por el contrario, recorren estas cargas escarpados pulsos de corriente, típicos de los rectificadores de corriente alterna /corriente continua. El gráfico 7 presenta la onda fundamental y las ondas de distorsión del tercer, quinto, séptimo y noveno armónico en la corriente.

GRÁFICO 7; COMPONENTES ARMÓNICOS



FUENTE: www.aesarmonicos.com.pdf.

Las corrientes armónicas se clasifican en una de estas tres categorías: corrientes de secuencia positiva, negativa o cero. Estas última es la que se conoce con el nombre de armónicos triplens, cuyo orden es múltiplo de tres.

La tabla 2 presenta los niveles de referencia de los armónicos establecidos por el CONELEC con la regulación 004/01, sobre la calidad de servicio eléctrico.

TABLA 2; NIVELES DE REFERENCIA PARA LAS ARMÓNICAS

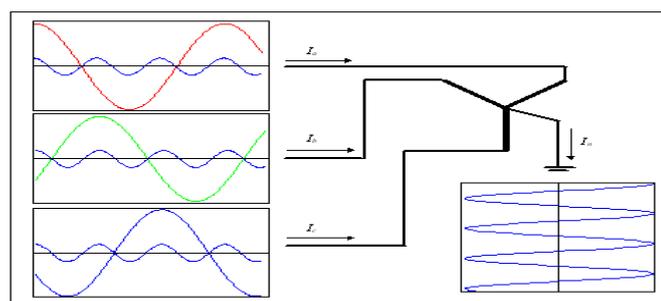
Impares no múltiplos de 3		Impares múltiplos de 3		Pares	
Orden de la armónica (n)	Nivel de Referencia de la armónica en % con respecto a la fundamental	Orden de la armónica (n)	Nivel de Referencia de la armónica en % con respecto a la fundamental	Orden de la armónica (n)	Nivel de Referencia de la armónica en % con respecto a la fundamental
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3	21	0,2	8	0,5
17	2	>21	0,2	10	0,5
19	1,5			12	0,2
23	1,5			>12	0,2
25	1,5				
>25	$0,2+0,5 \times 25/n$				

Tasa de Distorsión Total: TDT 8%

FUENTE: Regulación No. CONELEC 004/01 Normas de Calidad del Servicio Eléctrico – Distribución.

El gráfico 8 se presenta las corrientes del tercer armónico en un sistema trifásico y los problemas típicos ocasionados, donde la corriente de cada fase se acumula en el neutro y produce un sobrecalentamiento de los conductores.

GRÁFICO 8; CORRIENTES DEL TERCER ARMÓNICO EN EL NEUTRO



FUENTE: www.aeselsalvador.com.

1.1.8. Filtro capacitivo de entrada

Este filtro se ubica en la entrada de la línea de corriente alterna AC del circuito de potencia, sirve para bajar las interferencias electromagnéticas que pueden afectar tanto al sistema de la cocina de inducción como al sistema eléctrico.

1.1.8.1 Filtros LC.

El filtro Inductivo Capacitivo LC se ubica en la entrada del inversor y su propósito es absorber las corrientes armónicas que se generan por las conmutaciones del inversor dentro de la bobina de la cocina de inducción. Ayuda a mejorar el factor de potencia en el sistema debido a que sirve para prevenir que circulen corrientes de altas frecuencias del inversor hacia la red eléctrica.

1.1.9 Demanda.

Es la potencia requerida por un sistema o parte de él, promediada en un intervalo previamente establecido. Los intervalos de demanda normalmente empleados son 15, 30 y 60 minutos. De ellos el más usual es de 15 minutos.

1.1.9.1 Demanda de diseño.

Una vez que se ha definido la categoría a la cual pertenece cada usuario, se establece su demanda máxima unitaria para condiciones actuales y con proyección a 10 años.

La tabla 3 presenta el tipo de usuario que se tiene en las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA) con sus demandas máximas unitarias y la demanda máxima unitaria proyectada para diez años.

TABLA 3; DEMANDA DE DISEÑO PROYECTADA

Tipos	DMU (kVA)	DMU_P (kVA)
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.

Los valores de DMU actuales se utilizan en cálculos de demanda para operación y mantenimiento, y los DMUp proyectados en diseños de redes.

DMU = Demanda máxima unitaria.

DMUp= Demanda máxima unitaria proyectada.

1.1.10 Tipos de usuario de energía eléctrica

La tabla 4 presenta como se categoriza el tipo de usuario según el área de construcción que tiene.

TABLA 4; TIPOS DE USUARIOS SEGÚN EL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN

Tipo	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.

La tabla 5 presentan los lugares de ubicación a la que por lo general pertenecen los tipos de usuarios de acuerdo a la zona urbana o rural.

TABLA 5; TIPOS DE USUARIOS SEGÚN EL LUGAR DE UBICACIÓN.

Tipo	Sitio
A	Urbana
B	Urbana
C	Rural
D	Rural

FUENTE: Guías de Diseño EEASA.

En la zona rural se puede categorizar los tipos de usuarios según la planilla mensual de consumo tomando el siguiente procedimiento:

- Grupos pequeños de usuarios que tengan un consumo superior 251 kWh, se sitúan en el tipo A.
- Zonas de grupos compactos de usuarios que posean un consumo de 151 a 250 kWh, se coloca en el tipo B.

- Urbanizaciones o grupos compactos de habitantes, o que posean un consumo de 61 a 150 kWh, se ubican en el tipo C.
- Lugares de cargas dispersas o que a su vez tengan un consumo específico menor a los 60 kWh se sitúan a la categoría D.

1.1.11 Curva de carga

Es la representación gráfica de la variación de las demandas de un periodo de tiempo determinado (día, mes, año).

La demanda por uso final de la potencia eléctrica varía en función del tiempo, del día, de la semana, del mes, etc. La curva que relaciona las variaciones de la demanda hora a hora durante las 24 horas del día se denomina curva de carga diaria. Se forma por las demandas máximas que se presentan durante cada hora del día.

1.1.12 Carga instalada

Es la suma de la potencia de todos los dispositivos que se tienen conectados en la instalación sean fijos o móviles (luces, computadores, motores, radiograbadores, estufas eléctricas, aire acondicionado, etc.).

1.2 Cocina de inducción

Una cocina de inducción calienta directamente el recipiente mediante un campo electromagnético, en vez de calentar mediante calor radiante por el uso de resistencias, estas cocinas utilizan un campo magnético alternante que magnetiza el material ferromagnético del recipiente en un sentido y en otro. Este proceso tiene menos pérdidas de energía, el material se agita magnéticamente, la energía absorbida se desprende en forma de calor, calentando el recipiente.

1.2.1 Introducción a sistemas de calentamiento inductivo

Todos los sistemas de calentamiento inductivo son desarrollados usando el principio de inducción electromagnética, el cual fue descubierto por Michael

Faraday y Joseph Henry en 1831. La inducción electromagnética es el fenómeno por el cual la corriente eléctrica es generada en un circuito cerrado por la fluctuación de corriente en otro circuito cerrado.

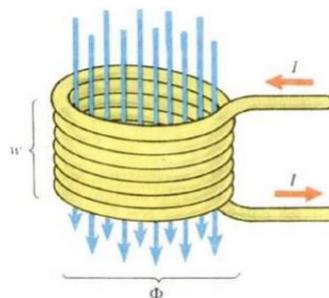
El calor es transmitido al elemento a calentar mediante vía de ondas electromagnéticas, sin que este entre en contacto directo con ninguna flama, la bobina misma no se calienta, y no hay una producción de contaminación.

Los primeros conceptos de la cocina de inducción se remontan a principios del siglo veinte. En los años cincuenta la división de frigoríficos de General Motors hizo una demostración con cocinas de inducción en una gira por los Estados Unidos. La inducción se mostraba calentando un recipiente y situando al mismo tiempo un trozo de papel de periódico entre la placa de inducción y la olla pero nunca se llegó a la fase de producción.

Donde sí entró al mercado, la cocina de inducción, fue en Europa gracias a las colaboraciones que se realizaron entre el departamento de Balay S.A. y la Cátedra de Electrónica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Zaragoza con proyectos dirigidos por Armando Roy.

El gráfico 9 representa el fenómeno del calentamiento por inducción, en donde la mayor intensidad del campo se da en el núcleo de la bobina, y depende de la fuerza de corriente de excitación y el número de espiras.

GRÁFICO 9; CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



FUENTE: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2165/1/CD-2931.pdf>.

1.2.1.1 Principio de calentamiento por inducción.

Sergio G. Laufgang (2010) dice que: “Consiste en aplicar una corriente alternada (AC) a las espiras de un cable enrollado en la parte a ser calentada, debido a que toda corriente eléctrica tiene asociado a ella un campo magnético, que penetra en el metal cercano a las espiras. Este campo alterno produce corrientes inducidas en el material, también llamadas corrientes “eddy” que por resistencia eléctrica del mismo se calienta”. Pág. 18.

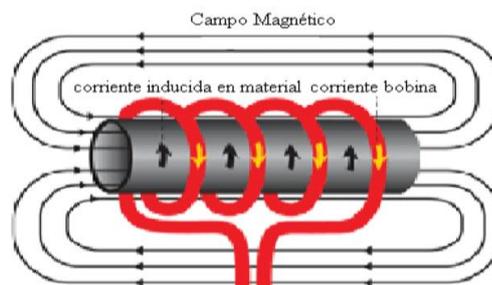
El espesor de la zona calentada depende de la frecuencia de la corriente de las espiras. Cuanto mayor sea la frecuencia más fina será la capa calentada

El calentamiento de inducción se aplica como un fenómeno físico para obtener calor a todas las aplicaciones que requieran su beneficio.

Los elementos básicos para un sistema de calentamiento por inducción son una fuente de alimentación de corriente alterna (CA), una bobina de inducción y la pieza que se va a calentar. La fuente de alimentación transfiere corriente alterna por la bobina, con lo que se genera un campo magnético.

El gráfico 10 presenta el principio de calentamiento por inducción, es muy equivalente al principio de funcionamiento del transformador, donde el bobinado de la inducción corresponde al primario del transformador y la pieza a ser calentada corresponde al bobinado secundario.

GRÁFICO 10; PRINCIPIO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



FUENTE: www.garay-group.com/eshtmlservicios Eliminación-revestimientos.php.

1.2.1.2 Propiedades del calentamiento por inducción.

El calentamiento es controlado por un generador electrónico de corrientes alternas con lo que es fácil conseguir un óptimo control de la cantidad de calor que se entrega a la pieza y por lo tanto se puede fijar con precisión la temperatura final o incluso la curva de evolución de la temperatura del material a calentar en función del tiempo. En el caso del calentamiento por inducción el recipiente a calentar se puede llevar a una temperatura mucho más elevada que el de la fuente cosa que no se puede conseguir por métodos de calentamiento clásicos.

El efecto piel permite utilizar la energía transmitida en calentar sólo la superficie del material, lo que supone, frente a otros procesos de calentamiento, un gran ahorro de energía.

1.2.2 Eficiencia Eléctrica

La eficiencia energética está definido por:

$$\text{(Ecuación 1)} \quad ne = \frac{P}{P+P_i}$$

Donde:

P = Potencia inducida en la carga.

P_i =Potencia disipada en el inductor.

La eficiencia también es afectada por la relación diámetro/efecto penetración. Finalmente, el diseño del inductor también es importante. Aquí los siguientes tres puntos son de importancia:

- Para el inductor se usa materiales con pequeñas resistencias, usualmente el cobre.
- Usar un inductor con pequeñas separaciones entre bobinados.
- Proporcionar una buena conexión ente el inductor y la carga.

El gráfico 11 indica la eficiencia del consumo real de la cocina de inducción frente al consumo de otro tipo de cocinas al calentar los alimentos.

GRÁFICO 11; EFICIENCIA DE CONSUMO REAL DE COCINAS DE INDUCCIÓN



FUENTE: <http://www.aragoninvestiga.org/Tecnologias-electronicas-aplicadas-a-coccion-por-induccion/>.

1.2.2.1 Eficiencia de cocinas de inducción y a gas licuado de petróleo GLP.

La cocina de inducción tiene una eficiencia del 75% (incertidumbre del $\pm 1.93\%$) en tanto que la cocina de GLP del 51.26% (incertidumbre del $\pm 3.36\%$)

1.2.2.2 Consumo de energía de los sistemas de calentamiento inductivo.

Para un consumo de energía se tiene que:

- Los sistemas de calentamiento inductivo tiene una buena eficiencia.
- La eficiencia energética también depende de las características del material a calentar.
- No hay cantidad importante de pérdidas de calor.

1.2.2.3 Calidad de calentamiento.

Según la calidad de calentamiento en la zona que se trabaja son:

- La pureza extrema es posible trabajando en vacío o en atmosferas inertes.
- El lugar a calentar se determina con precisión.
- El calentamiento se puede controlar con precisión.

1.2.2.4 Limitaciones del calentamiento inductivo.

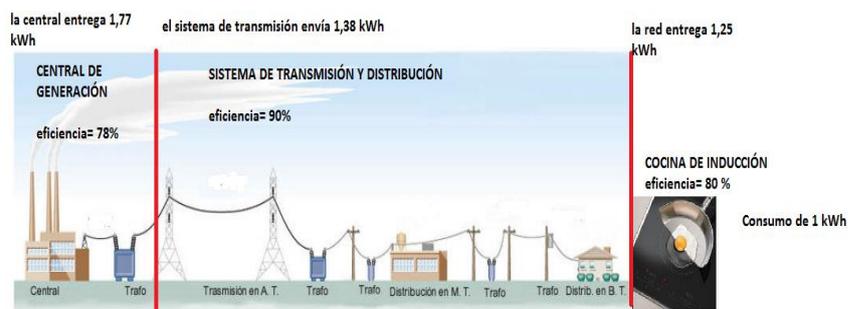
Existen varios tipos de limitaciones en un calentamiento inductivo que son:

- Una instalación de calentamiento inductivo normalmente implica una inversión grande que debe ser considerada y debe compararse a las técnicas de calefacción alternativas.
- El calentamiento inductivo se usa para calentar formas relativamente simples.

1.2.3 Eficiencia del sistema eléctrico para cocinas de inducción

El gráfico 12 muestra la eficiencia del sistema eléctrico en cada una de sus etapas, donde se indica la eficiencia que cada una de ellas tiene hasta llegar a nuestro hogar, está constituido por generación con una eficiencia de 78%, transmisión y distribución 90 %, y para las residencias tiene una eficiencia de 80%.

GRÁFICO 12; EFICIENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos96/analisis-incidencia-del-uso-cocinas-electricas-induccion/analisis-incidencia-del-uso-cocinas-electricas-induccion.shtml#ixzz2nrQVPTed>.

1.2.4 Circuito de potencia de una cocina de inducción

Las cocinas inducción requieren la utilización de circuitos electrónicos de potencia de altas prestaciones que funcionan a frecuencias dentro del rango de 20 a 100 kHz, suministrando potencias superiores a 3 kW con alto rendimiento. El control de estas etapas de potencia y de los mandos del aparato se realiza mediante sistemas electrónicos digitales que utilizan microprocesadores y circuitos integrados.

El gráfico 13 indica el circuito electrónico de la cocina de inducción, la misma que está compuesta con resistencias y dispositivos electrónicos, posee troceadores o rectificadores que transforman la corriente alterna a corriente continua.

GRÁFICO 13; CIRCUITO DE POTENCIA



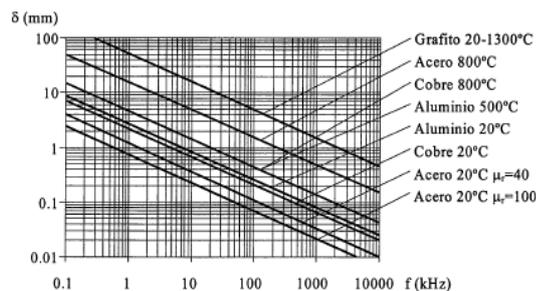
FUENTE: www.introduccioncocinasdeinducción.com.

1.2.5 Profundidad de penetración de radiación electromagnética

Para materiales no magnéticos como el cobre o el grafito la permeabilidad magnética relativa es aproximadamente a 1. Para los materiales ferromagnéticos como el acero y varios tipos de metal tiene un valor de permeabilidad magnética relativa más alto que el de los no magnéticos, por lo que tiene la profundidad de penetración más pequeña.

El gráfico 14 muestra las curvas de evolución de la profundidad de penetración de radiación electromagnética vs la frecuencia para algunos materiales, donde el acero es el más eficiente para cerrar el campo electromagnético.

GRÁFICO 14; PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA



FUENTE: www.gilba.com/nuevaweb/textos/calentamiento_por_inducción.doc.

Por lo tanto la elección de la frecuencia de funcionamiento es uno de los parámetros más importantes que se han de tener en cuenta en una aplicación de calentamiento por inducción.

El flujo de corriente inducida en la pieza es más intenso en la superficie, y decrece rápidamente por debajo de esta. Así, la zona exterior se calentará más rápidamente que la interior; el 80% del calor producido en la pieza se genera en la “piel” externa. A esto se le denomina “profundidad de penetración” de la pieza. La profundidad de penetración decrece cuando decrece la resistividad, aumenta la permeabilidad o aumenta la frecuencia.

1.2.6 Características y parámetros del calentamiento por inducción

Para las aplicaciones del calentamiento por inducción, son tres las características más importantes que definen la eficacia térmica y energética del proceso:

- El efecto piel que caracteriza la distribución de las corrientes inducidas en la pieza.
- La potencia disipada en la pieza que caracteriza el rendimiento del fenómeno eléctrico.
- Ninguna producción de gases contaminantes.

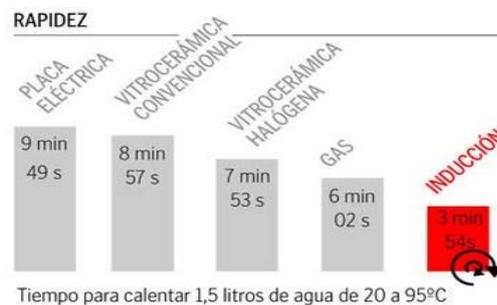
Los parámetros más importantes que actúan en el proceso del calentamiento por inducción son:

- La frecuencia de la corriente.
- La naturaleza del material a calentar y su estado.
- La intensidad de campo magnético inductor.
- El acoplamiento entre el inductor y la pieza a calentar.
- El tipo de inductor y sus características geométricas.
- La naturaleza del material conductor del inductor.

La distribución de la corriente y la energía disipada en la pieza pueden ser determinadas rigurosamente utilizando las leyes de Maxwell que resumen las leyes fundamentales del Electromagnetismo.

El gráfico 15 muestra las características de calentamiento por inducción en función de la rapidez vs tiempo, frente a otros tipos de cocinas.

GRÁFICO 15; RAPIDEZ DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



FUENTE: <http://www.aobras.com.ar/como-funciona-un-anafe-por-induccion/>.

1.2.7 Aplicaciones del calentamiento por inducción

Las aplicaciones del calentamiento por inducción en la industria de las transformaciones metalúrgicas son las siguientes:

1.2.7.1 Tratamiento térmico.

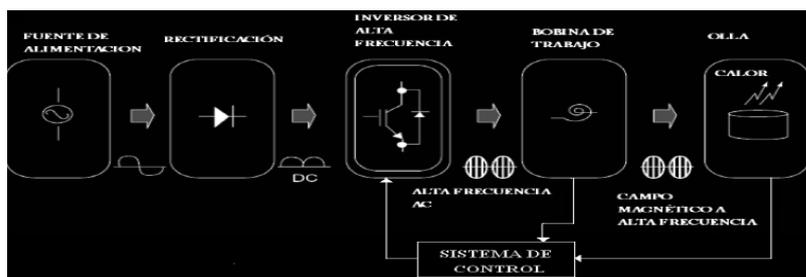
Los más comunes temple, revenidos, y normalizados de piezas de acero. En el temple la superficie de la pieza es sometida a un calentamiento rápido y a un posterior enfriamiento, con lo que se consigue una transformación de la estructura y composición del material con objetivo de aumentar su dureza. En los revenidos y normalizados un calentamiento controlado de la pieza reduce tensiones mecánicas o defectos de estructura de acero.

1.2.7.2 Cocinas de inducción.

Aprovechando el fenómeno de la inducción es posible construir cocinas con las que se consigue calentar ciertos utensilios metálicos de cocina con gran rapidez, seguridad y rendimiento.

El gráfico 16 muestra los componentes de un sistema de calentamiento por inducción, el cual tiene fuente de alimentación, rectificadores inversores, bobina de trabajo en donde se produce el campo magnético para calentar la olla de acero.

GRÁFICO 16; COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



FUENTE: www.vec.com.ar/vecdivisiones/...para.../calentamiento-por-induccion.html.

1.2.8 Estudio de la cocina a gas licuado de petróleo (GLP)

Las cocinas de gas, son las tradicionales, funcionan mediante quemadores en donde el gas entra en contacto con la llama. Son cocinas rápidas, aunque también son las más sucias, admiten todo tipo de menaje de cocina.

El gas licuado de petróleo es obtenido durante la refinación del petróleo crudo, como uno de los tantos subproductos derivados. El GLP se evapora a temperaturas y presión normales, es utilizado para la cocción de alimentos.

El gráfico 17 indica el equivalente calorífico energético de un cilindro de gas de 15 Kg, el cual mediante cálculos y conversión de unidades se tiene que es igual a 200,62 kWh.

GRÁFICO 17; EQUIVALENTE DE ENERGÍA DEL GLP



FUENTE: <http://www.slideshare.net/albertama/cocina-de-induccion-versus-cocina-a-gas-glp>.

1.2.9 Cocina comercial de inducción

Las cocinas de inducción electromagnéticas en la actualidad son muy utilizadas cuando lo que se busca es que la mayor cantidad o toda la energía calorífica se transfiera directamente al elemento a calentar, porque las cocinas convencionales como las de gas y las de resistencia eléctrica permiten que una gran cantidad de la energía en forma de calor se disperse en el ambiente, esta pérdida de energía produce una eficiencia térmica pobre.

Las cocinas de inducción trabajan produciendo un campo electromagnético para generar calor en un recipiente colocado en la placa de la cocina. Debido a que las sartenes hechas de hierro no son buenas conductoras de electricidad, la mayor parte de la energía que se genera se transfiere directamente a lo que contenga las mismas en forma de calor. Esta es la razón por la que las cocinas de inducción pueden cocinar la comida tan rápido. El calor en realidad proviene directo desde los utensilios de cocina en vez de la placa. Además, las cocinas de inducción se enfrían más rápidamente una vez que se retira la sartén ya que la placa de hecho nunca se calienta.

El gráfico 18 muestra la cocina comercial de inducción marca Electrolux existente en el mercado.

GRÁFICO 18; COCINA COMERCIAL DE INDUCCIÓN



FUENTE: http://www.la-electrolux.com/product_detail.cfm?brand_id=1&cat_id=2&product_id=175&breadcrumb_cat=376.

1.2.9.1 Partes de la cocina de inducción.

El gráfico 19 describe cada una de las partes de la cocina de inducción y son las siguientes:

- Circuito de Potencia.
- Circuito de control.
- Bobina.
- Placa vitrocerámica.
- Disipador de calor.
- Ventilador.
- Panel de control.
- Bastidor inferior.

GRAFICO 19; PARTES DE LA COCINA DE INDUCCIÓN



FUENTE: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2165/1/CD-2931.pdf>.

1.2.10 Fenómeno de la inducción para producir calor

En esencia, en la cocina hay una bobina, con forma de espiral plana de cobre, por la que se hace pasar una corriente eléctrica de frecuencia variable. Esta corriente genera por tanto un campo magnético que varía según lo hace la corriente en la bobina, este campo no provoca ninguna actuación si no está presente ningún conductor eléctrico.

Los recipientes (ollas, sartenes, etc.) que se utilizan en las cocinas de inducción están hechos de metales conductores, y en especial de materiales ferromagnéticos.

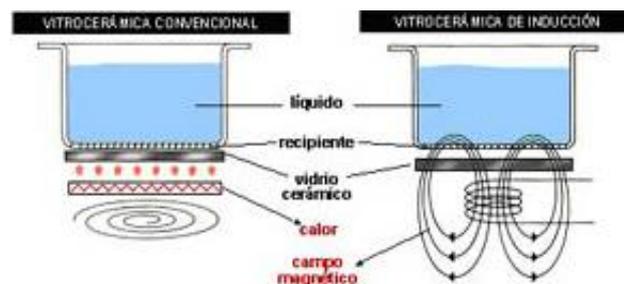
1.2.10.1 Diferencia entre cocinas vitrocerámicas y de inducción.

Aunque exteriormente sean muy parecidas, las diferencias entre una placa vitrocerámica convencional y una placa de inducción son muy importantes, en una el calor es generado en un elemento resistivo del aparato y posteriormente es

transmitido al recipiente. Sin embargo, en una vitrocerámica de inducción lo que se transmite es el campo magnético y el calor se genera internamente en el propio recipiente.

El gráfico 20 muestra la diferencia en el funcionamiento que existe entre las cocinas Vitrocerámicas convencionales y la cocina de inducción para calentar el recipiente.

GRÁFICO 20; DIFERENCIA ENTRE VITROCERÁMICAS CONVENCIONALES Y DE INDUCCIÓN



FUENTE: <http://www.aragoninvestiga.org/Tecnologias-electronicas-aplicadas-a-coccion-por-induccion/>.

1.2.10.2 Materiales que sirven para la cocina de inducción.

Para cocinar con las placas de inducción, sólo funcionan con ollas de acero adecuadas. Si desea saber si sus ollas de cocina son adecuadas para las placas de inducción, puede probar lo siguiente:

- Ponga un imán en la superficie del fondo. Si éste queda claramente pegado, el recipiente de la cocina es la adecuada. Si el imán sólo se pega ligeramente o no se pega, el fondo del recipiente de cocina no es el adecuado.
- Coloque la sartén con poca agua sobre la cocina y encienda la placa a la máxima potencia. Si el agua se calienta en pocos segundos, eso significa que el recipiente es adecuado para cocinar por inducción.

1.2.11 Tecnología de inducción.

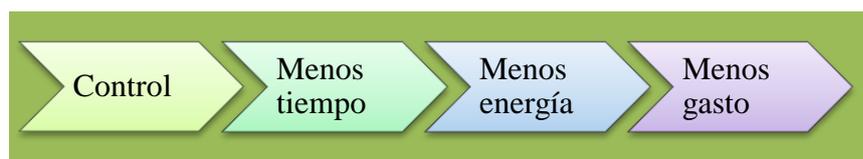
Una placa de inducción, cuya superficie es vitrocerámica, lleva instalada una bobina por la que fluye corriente y que genera un campo magnético. La corriente

se transmite en forma de campo magnético a la base del recipiente (olla o sartén) de cocina, donde se transforma en calor. Cuando la olla colocada sobre la placa no es adecuada, casi todas las placas de inducción se desconectan automáticamente.

1.2.11.1 Ventajas de las cocinas de inducción.

El gráfico 21 detalla las fundamentales características que cumple la cocina de inducción al tener una mayor eficiencia comparándola con la cocina a gas.

GRÁFICO 21; VENTAJAS DE LA COCINA DE INDUCCIÓN



FUENTE: <http://www.slideshare.net/albertama/cocina-de-induccin-versus-cocina-a-gas-glp>.

- Las cocinas de inducción no sólo permiten regular muy bien calor y evitan quemaduras, sino que también ahorran energía; no es necesario el precalentamiento de la placa, como en las cocinas eléctricas convencionales, sino que el calor se genera directamente en la base del recipiente.
- No se desperdicia energía, por ejemplo, al colocar recipientes pequeños sobre una placa grande. La tecnología de inducción nunca calienta más que la base del recipiente, y no la placa misma.
- En la placa por inducción se calienta el recipiente directamente mientras que la superficie de vitrocerámica permanece fría. De hecho, la potencia de cocción seleccionada se transforma directamente en calor dentro del recipiente. Cocinas que no calientan, pero hierven.
- Además de la ventaja de seguridad que representa esta tecnología al no tener superficies calientes constantemente, el sistema de inducción magnética evita que cualquier sustancia líquida o sólida que se derrame de las ollas llegue a quemarse.
- **Menos tiempo = menos energía.**- Una estufa de Inducción magnética es capaz de poner a hervir un litro de agua en la tercera parte de tiempo que en una estufa

de gas o en una resistencia eléctrica. Esta eficiencia representa un menor consumo de energía, mayor comodidad y un ahorro significativo de dinero en la cuenta de gas o electricidad.

- Los sistemas tradicionales sólo aprovechan de un 40% a un 50% de la energía utilizada. Las estufas de inducción sólo generan calor en el utensilio de cocina, por lo que aprovechan más del 90% de la energía, permitiendo ahorrar tiempo y energía.
- **Menos energía = menos gasto.**- En estos tiempos es vital el uso eficiente de la energía, no sólo por el impacto ambiental que estamos obligados a evitar, sino, por la importancia que hoy tiene el ahorro y poder disminuir costos dentro del presupuesto familiar.
- Tecnología limpia y de bajo impacto ambiental, rapidez y precisión al cocinar, ahorros importantes contra los altos gastos de energía tradicional.
- **Ahorro de energía.**- Una parte del ahorro energético está garantizado por la capacidad de reconocer automáticamente el metal, de modo que la superficie de inducción se activa solo en presencia del recipiente y se desactiva cuando este es retirado. En términos de porcentaje, se puede estimar un ahorro del 20% con respecto a las cocinas eléctricas y de un 30% con relación a las cocinas a gas.

1.2.11.2 Desventajas de las cocinas de inducción.

- Las cocinas de inducción funcionan solamente con un menaje de cocina especial, a menudo cara. También pueden servir las ollas de acero esmaltadas y sartenes de hierro, así como las ollas de acero inoxidable convencionales con base de varias capas.
- Las cocinas de inducción suelen tener un mayor consumo eléctrico en el modo de espera que las convencionales, porque se controlan casi exclusivamente mediante mandos táctiles. Es decir, es como si la cocina de inducción estuviera esperando el contacto con la olla para activarse.

1.3 Equipos y software utilizados

1.3.1 Software de simulación

El continuo avance tecnológico hace posible hoy en día contar con software o programas computacionales que permiten realizar una infinidad de tareas en todos los ámbitos laborales, es por eso, que el sector eléctrico cuenta con algunas herramientas informáticas que permiten analizar y estudiar mediante la simulación el comportamiento de las redes eléctricas, desde la generación hasta la entrega del servicio de energía eléctrica a los consumidores.

Entre los software de simulación se encuentra el Cymdist, programa que se utilizará para la elaboración del presente estudio, puesto que la Empresa Eléctrica Ambato S.A., posee las licencias respectivas para realizar sus estudios técnicos.

1.3.1.1 Descripción del software Cymdist.

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. Cymdist incluye un editor completo de redes y las funciones siguientes:

- Análisis de flujo de carga y de caída de voltaje.
- Balance, distribución y evaluación de cargas.
- Flujo de potencia desbalanceado.
- Análisis exhaustivo de fallas.
- Distribución y evaluación de cargas.
- Ubicación óptima de condensadores.

Gráfico 22 portada de inicio del software Cymdist versión 5.04 utilizado para la simulación del alimentador Picaihua.

GRÁFICO 22; SOFTWARE CYMDIST

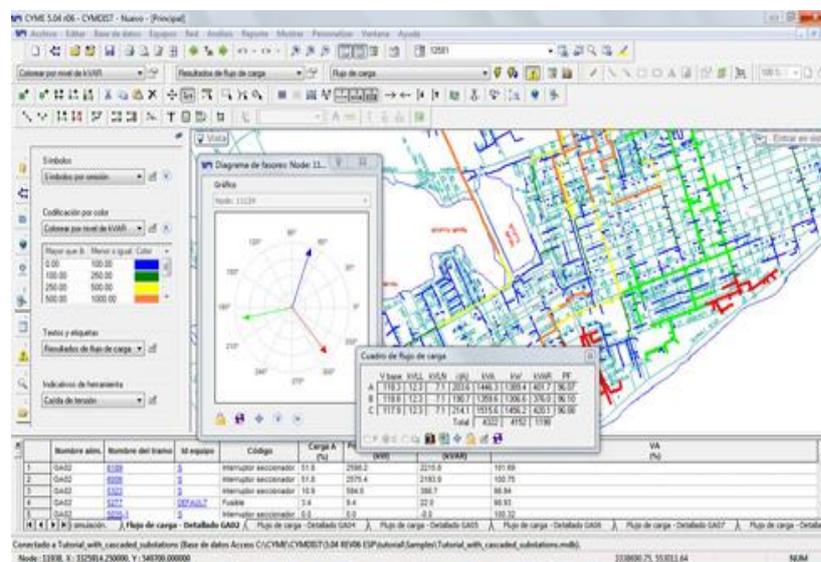


FUENTE: <http://www.cyme.com/es/software/cymdist/>.

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.

El gráfico 23 muestra la interfaz de Cymdist la cual es bastante amigable con el usuario y permite realizar varios estudios.

GRÁFICO 23; INTERFAZ DE CYMDIST



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

El espacio de trabajo del programa es totalmente personalizable. La representación gráfica de los componentes de la red, los resultados y los reportes puede crearse y modificarse con el fin de satisfacer el nivel de detalle requerido.

Los algoritmos de Cymdist, su flexible interfaz de usuario y sus amplias bibliotecas se basan en tecnologías innovadoras de ingeniería y en las prácticas y normas de la industria.

Los módulos adicionales del programa Cymdist permiten realizar estudios más especializados como el análisis de la confiabilidad, de contingencias, de armónico, de configuración óptima, etc.

1.3.2 Equipo de medición

1.3.2.1 Analizador de calidad de energía trifásico.

El equipo que se utilizó para obtener datos referentes al consumo de las cocinas de inducción, se indica en el gráfico 24. Es un analizador PowerPad® Modelo 3945-B. que es un registrador de calidad de energía acorde a los estándares y normas del Ecuador.

GRÁFICO 24; ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA TRIFÁSICO POWERPAD 3945-B



ELABORADO POR: Investigadores.

La conexión se realizó en el laboratorio de transformadores y en la cocina del auditorio de la asociación de empleados de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. para realizar la recolección de datos respectivamente.

CAPITULO II

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1 Aspectos generales de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

2.1.1 Antecedentes históricos.

La EEASA, fue fundada como compañía anónima en el año 1959. Comenzó sus operaciones arrendando un local en el sector central de la ciudad de Ambato y con la participación de ciento diez trabajadores que atendían a seis mil clientes, con serias limitaciones en su infraestructura básica y muy escasos recursos, que fueron superados exitosamente para llegar al nivel actual de desarrollo. Su única fuente de generación fue la Central Hidroeléctrica Miraflores que producía 1450 kW.

2.1.2 Dedicación.

La EEASA se dedica a 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.

2.1.3 Ubicación geográfica, jurisdicción.

La EEASA se ubica en la provincia de Tungurahua ciudad de Ambato Av. 12 de Noviembre y Espejo esquina, su jurisdicción son las provincias de Tungurahua, Pastaza, Morona Santiago, siendo así la empresa de mayor cobertura del Ecuador.

2.1.4 Objetivos de la empresa.

Los objetivos principales son:

- 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 para su dedicación.
- Planificar, ejecutar y mantener el control absoluto de las obras de expansión del sistema eléctrico, para garantizar el suministro de un eficiente servicio eléctrico.
- Lograr índices de calidad exigidos en las regulaciones de los organismos de control relacionadas con el suministro de energía.
- Cubrir en un 100% la demanda futura de energía.

2.1.5 Función.

Generar energía eléctrica en el Área de Concesión, procurando mantener la continuidad, confiabilidad y eficiencia del servicio, así como la optimización de los recursos disponibles.

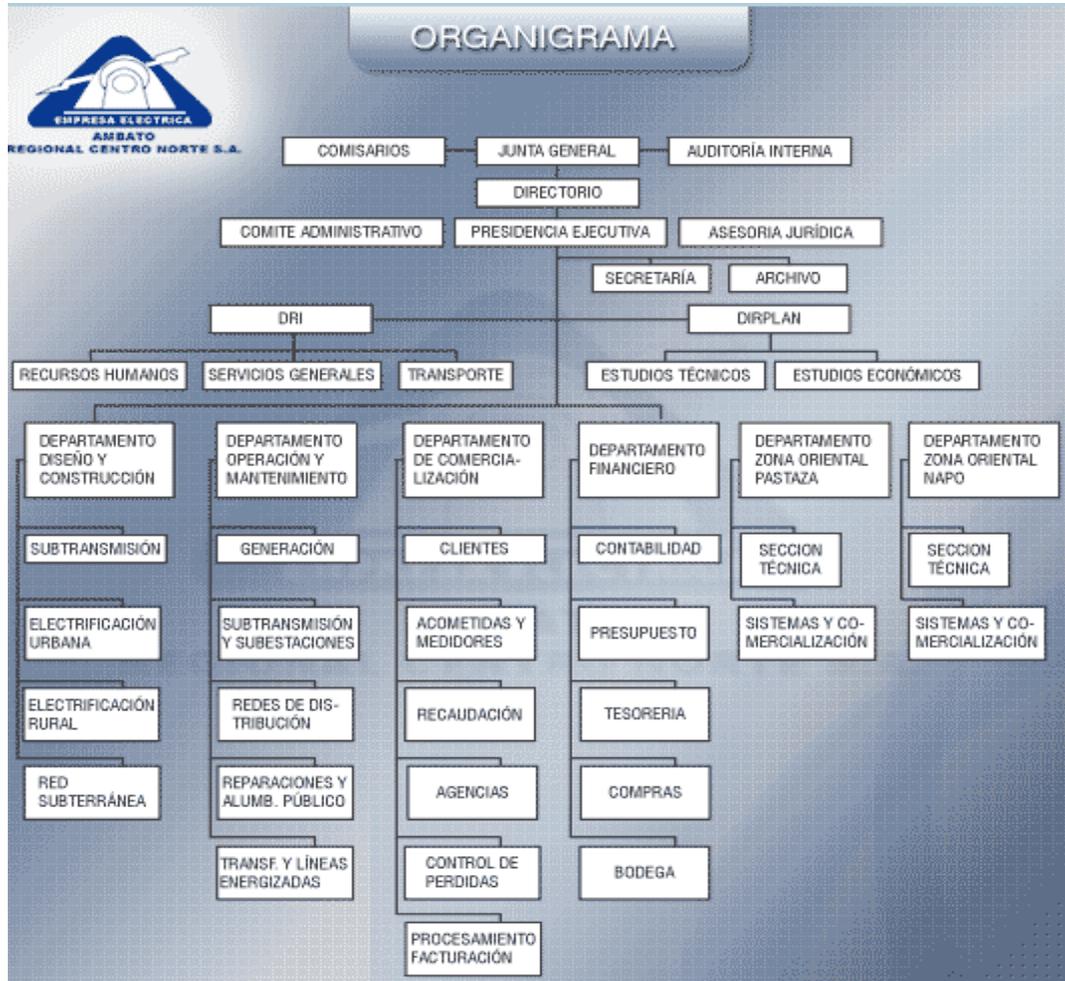
Mejoramiento de su imagen empresarial, a través de la implementación de sistemas eficaces, oportunos y óptimos ofrecidos a todos nuestros clientes.

Atender el desarrollo de los recursos humanos y su adecuada capacitación y su optimización.

Mantener permanentemente informada a la ciudadanía sobre cualquier novedad que se presente en la prestación del servicio; a través de los medios de comunicación, especialmente, en lo referente a las suspensiones programadas y a la emisión de planillas, con el fin de que en forma oportuna acudan a cancelarlas.

El gráfico 25 muestra el sistema organizacional de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. y su estructuración por departamentos.

GRAFICO 25; SISTEMA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.



FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.

2.1.6 Infraestructura y servicios

Edificio principal ubicado en la Av. 12 de Noviembre y Espejo esquina, en la cual se encuentran, los diferentes departamentos como son, Recaudación, Pérdidas, Dirección Comercial, Dir. De Diseño y Construcción, Dir. Operación y Mantenimiento, Dir. Financiera, Dir. Planificación y Presidencia ejecutiva.

2.2 Diseño metodológico

2.2.1 Método de investigación.

Es el procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica, que el investigador debe seguir en la adquisición del conocimiento. En este trabajo se utilizarán los siguientes métodos

2.2.1.1 Método inductivo.

Bisquerra, R. (2007) dice: “Con este método se analizan casos particulares a partir de los cuales se extraen conclusiones de carácter general. El objetivo es el descubrimiento de generalizaciones y teorías a partir de observaciones sistemáticas de la realidad”. Pág. 62.

Este método se utilizará para realizar un estudio para la cocina de inducción a nivel domiciliario y así poder saber la carga que necesitará ser abastecida y con ello proyectarlo para todos los usuarios y así saber el nivel de potencia que el alimentador deberá suministrar a todo los usuarios residenciales.

2.2.1.2 Método experimental.

Según Mario Tamayo y Tamayo (2010) dice:

El método experimental se ha ideado con el propósito de determinar, con la mayor confiabilidad posible, relaciones de causa-efecto, para lo cual uno o más grupos, llamados experimentales, se exponen a los estímulos experimentales y los comportamientos resultantes se comparan con los comportamientos de ese u otros grupos, llamados de control, que no reciben el tratamiento experimental. Pág. 45

Se aplicará este método de investigación por que se experimentará en este proyecto con la cocina de inducción, condiciones y fenómenos de calentamiento que tiene, es decir controlaremos los niveles de potencia, temperatura y corriente que posee está, la misma que nos servirá determinar la energía que consume y en cuanto se necesitara incrementar la potencia a nivel domiciliario desde el alimentador de Picaihua.

2.2.2 Tipos de investigación.

Para la elaboración del proyecto de investigación se utilizará los siguientes tipos de investigación:

2.2.2.1 Aplicada.

Zoila Rosa Vargas Cordero (2009) dice:

Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación, el uso del conocimiento y resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. Pág. 159.

Este tipo de investigación, se utilizará porque nos ayudará a dar una solución inmediata al problema planteado con la inclusión de la cocina de inducción en el alimentador Picaihua.

2.2.2.2 Descriptiva.

Melvin Campos Ocampo (2009) dice:

Su objetivo es especificar las propiedades del objeto o fenómeno que se va a estudiar y dar un panorama lo más exacto posible de éste. Es necesario, por lo tanto, seleccionar los rasgos o conceptos del fenómeno y determinarlos cada uno de forma independiente, con gran precisión. Pág. 18.

Este tipo de investigación nos permite determinar los costos que utilizan algunos instrumentos necesarios para resolver el problema planteado, es decir se comprará y se manipulará la cocina de inducción para ver la energía consumida en distintos periodos de tiempo, para lo cual se aplicará como técnica a la observación y la lectura científica para poder utilizar la cocina de inducción en su máximas ventajas.

2.2.2.3 De campo.

Melvin Campos Ocampo (2009) dice: “Exige salir a recabar los datos. Sus fuentes pueden ser la naturaleza o la sociedad pero, en ambos casos, es necesario que el investigador vaya en busca de su objeto para poder obtener la información”. Pág. 17.

Se usará esta investigación porque se pretende ejecutar los respectivos cálculos en el lugar donde se utilizará las cocinas de inducción y saber cuánto incrementa en la planilla, para lo cual se calculará los datos para obtener los costos aproximados.

2.2.3 Técnicas de investigación.

En esta investigación se ocupó la siguiente técnica de investigación:

2.2.3.1 La encuesta.

Según Andrés Hueso Gonzáles y M^a Josep Cascant i Sempere (2012):

Esta técnica, mediante la utilización de un cuestionario estructurado o conjunto de preguntas, permite obtener información sobre una población a partir de una muestra, las preguntas del cuestionario suelen ser cerradas en su mayoría, esto es, no se da opción a que quién responde se exprese con sus propias palabras sino que se marcan unas opciones de respuesta limitadas entre las que elegir. Pág. 21

Esta técnica de investigación se utilizará para obtener datos como las horas que usan para cocinar, el consumo mensual de energía, etc. y obtener una base de datos estadísticos para resolver el problema planteado.

2.3 Cálculo de población y muestra

En el desarrollo de la presente investigación se efectuará una metodología fundamentada en una investigación de campo, exploratoria, descriptiva y serán empleados métodos como: científico, inductivo-deductivo, experimental, descriptivo, junto con las técnicas que sirven para la recolección de información tales como: encuesta y la percepción a un universo específico.

Para obtener resultados se tomará una muestra de 266 usuarios de un universo de 6008 clientes pertenecientes al alimentador Picaihua de la subestación Oriente de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., correspondiente al área urbana-rural de la ciudad de Ambato, que está totalmente abastecida con el servicio público de energía eléctrica, cuyo valor se logró mediante el cálculo de la ecuación 2, con un porcentaje de falla no mayor al 6%.

La muestra se calcula con la siguiente ecuación:

(Ecuación 2)
$$n = \frac{PQ \times N}{(N-1) \left[\frac{E}{K} \right]^2 + PQ}$$

Dónde:

- Tamaño de la muestra.....n = usuarios
- Coefficiente de muestreo (0,25).....PQ = 0,25
- Población.....N = 6008
- Error que se admite al calcular (1% a 10%).....E = 0,06
- Constante de corrección paramétrica (2).....K = 2

$$n = \frac{0,25 \times 6008}{(6008 - 0,06) \left[\frac{0,06}{2} \right]^2 + 0,25}$$

$$n = \frac{1502}{5,657}$$

$$n = 265,5$$

$$n = \sim 266$$

Cabe mencionar que se aplicará la encuesta a los usuarios residenciales de dicho alimentador para poder averiguar datos de relevante información para el desarrollo de este proyecto.

2.3.1 Encuesta realizada a los usuarios del alimentador Picaihua.

Mediante esta técnica de recolección de datos, se formularon preguntas que permitirán obtener con más certeza información en favor de la elaboración de este proyecto, para ello se planteó la encuesta que está dirigida a los usuarios del alimentador Picaihua de subestación Oriente perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato S.A, la cual consta de siete preguntas estrechamente ligadas al proyecto de investigación. El cuestionario de la encuesta se encuentra en el anexo 1.

2.3.1.1 Población.

Se aplicará, a la muestra de 266 usuarios del alimentador Picaihua los cuales son dueños de locales, negocios, residencias y se obtendrán resultados necesarios.

2.4 Análisis de los resultados de la encuesta

Los resultados y análisis de la encuesta realizada a los usuarios del alimentador Picaihua por pregunta son los siguientes:

1.- ¿Qué tipo de cocina utiliza para la cocción de alimentos?

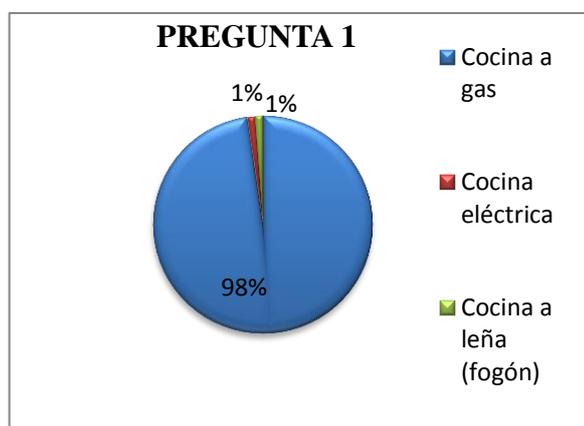
TABLA 6; PREGUNTA #1, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 1		
Opción	Frecuencia	%
Cocina a gas	260	97,74
Cocina eléctrica	3	1,13
Cocina a leña (fogón)	3	1,13
Total	266	100

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRÁFICO 26; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #1



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

La pregunta aplicada trata acerca del tipo de cocina que utilizan para la cocción de alimentos, un 97,74% utilizan la cocina a gas como principal fuente para la cocción de alimentos, mientras que solo el 1.13% de usuarios ocupan la cocina eléctrica y la cocina a leña (fogón) respectivamente con lo cual se puede decir que al momento de quitar el subsidio al cilindro de gas todos tendrán que adquirir la cocina de inducción.

2.- ¿Usted cuantas horas diarias utiliza la cocina a gas para la cocción de alimentos?

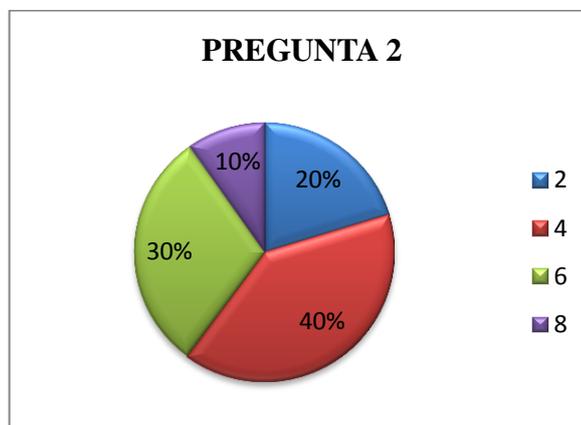
TABLA 7; PREGUNTA #2, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 2		
Opción (horas)	Frecuencia	%
2	54	20,30
4	106	39,85
6	80	30,08
8	26	9,77
Total	266	100

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRAFICO 27; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #2



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

Esta pregunta hace referencia a las horas diarias que se utiliza la cocina a gas para la cocción de alimentos, se determina el uso promedio diario que los usuarios utilizan esta cocina es el siguiente: un 39,85% utiliza 4 horas, el 30,08% utilizan 6 horas, el 20,30% utilizan 2 horas y el 9,77% utilizan 8 horas. En general la mayoría de usuarios utiliza alrededor de 4 horas diarias la cocina a gas.

3.- ¿Cuánto conoce acerca de las cocina de inducción?

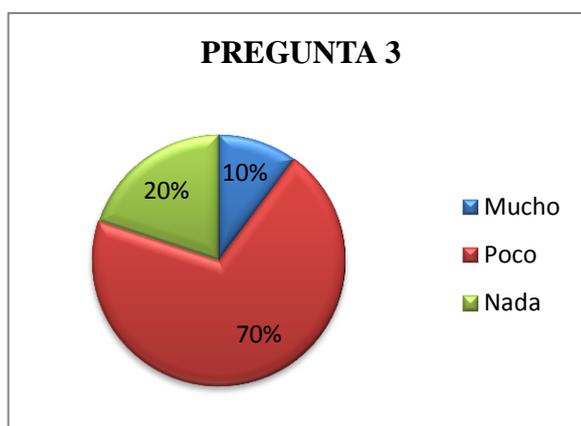
TABLA 8; PREGUNTA #3, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 3		
Opción	Frecuencia	%
Mucho	27	10,15
Poco	186	69,92
Nada	53	19,92
Total	266	100

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRÁFICO 28; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #3



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

Esta pregunta se aplicó para determinar si los usuarios conocen acerca de las cocinas de inducción, el 69,92% manifestó que su conocimiento es bajo, apenas un 10,15% tienen suficiente conocimiento de este tipo de tecnología.

4.- ¿Cuánto cree usted, que con la inclusión de la cocina de inducción, aumentará el costo de la planilla mensual eléctrica?

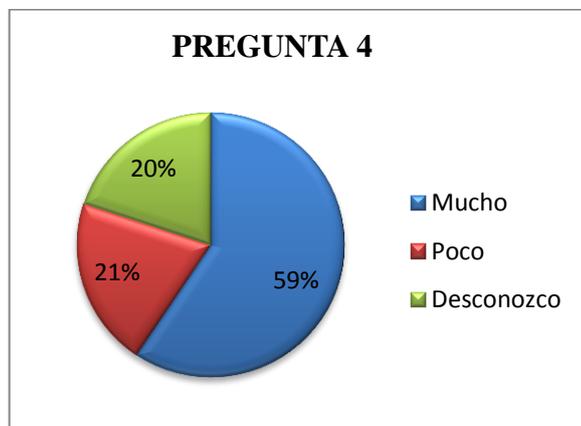
TABLA 9; PREGUNTA #4, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 4		
Opción	Frecuencia	%
Mucho	158	59,40
Poco	55	20,68
Desconozco	53	19,92
Total	266	100

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRÁFICO 29; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #4



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

Esta pregunta se aplicó para determinar el impacto económico que tendrá la inclusión de las cocinas de inducción al costo de las planillas eléctricas, con lo cual un 59,40% manifestaron que si existirá mucho aumento y el 20,68% creen que subirá poco la planilla eléctrica.

5.- ¿Usted, qué tipo de cocina de inducción, estará en capacidad de adquirir?

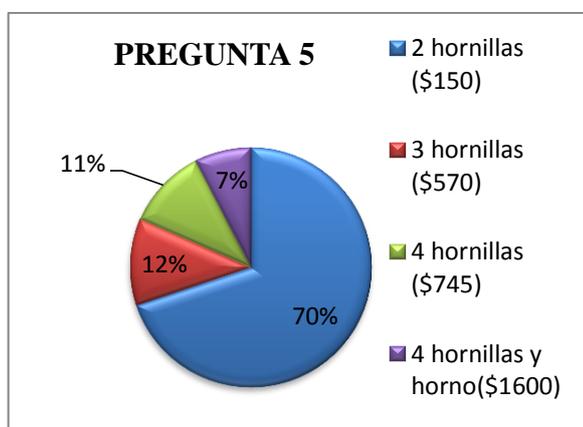
TABLA 10; PREGUNTA #5, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 5		
Opción	Frecuencia	%
2 hornillas (\$150)	186	69,92
3 hornillas (\$570)	31	11,65
4 hornillas (\$745)	29	10,90
4 hornillas y horno(\$1600)	20	7,52
Total	266	100

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRÁFICO 30; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #5



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

Con esta pregunta se desea obtener datos acerca de la capacidad de adquisición de la cocina de inducción. El 69,92% manifiesta que está en capacidad de adquirir la cocina de 2 hornillas por el costo de \$150, el 11,65% adquirirán la cocina de 3 hornillas, el 10,90% manifestaron que adquirirán la cocina de 4 hornillas, y el 7,53% adquirirán la cocina de 4 hornillas y horno que cuestan \$1600. La diferencia de opiniones acerca de la adquisición de la cocina de inducción se debe a los diferentes usos que darán a las mismas y las diferentes clases sociales que reciben energía eléctrica de este alimentador.

6.- ¿Qué tipos de alimentación prepara diariamente?

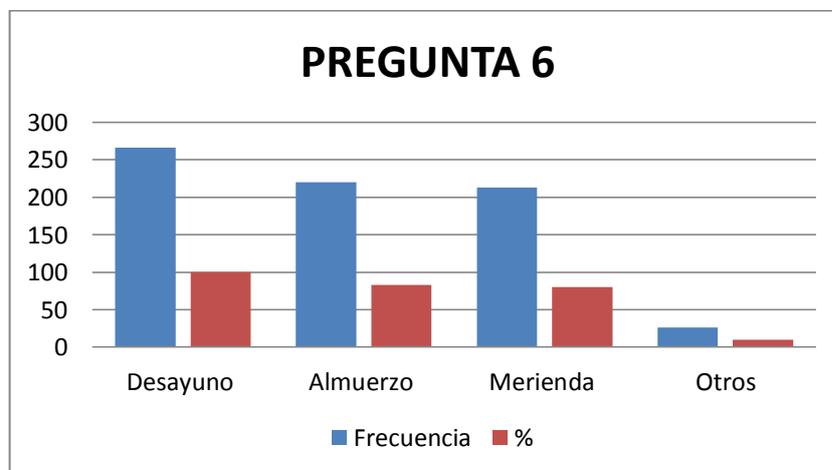
TABLA 11; PREGUNTA #6, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 6		
Opción	Frecuencia	%
Desayuno	266	100
Almuerzo	220	82,71
Merienda	213	80,08
Otros	26	9,77

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRÁFICO 31; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #6



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

Esta pregunta se aplicó para determinar si los usuarios preparan los diferentes tipos de alimentación diaria: el 100% preparan el desayuno, un 82,71% preparan el almuerzo, y la merienda solo preparan el 80,08%; además el 9,77%. Prepara otros tipos de alimentos. El desayuno se prepara diariamente en casi todos los hogares mientras que el almuerzo y la merienda tiende a disminuir por motivos de trabajo o estudio.

7.- ¿Señale el período de tiempo que usted utiliza la cocina a gas para preparar los alimentos?

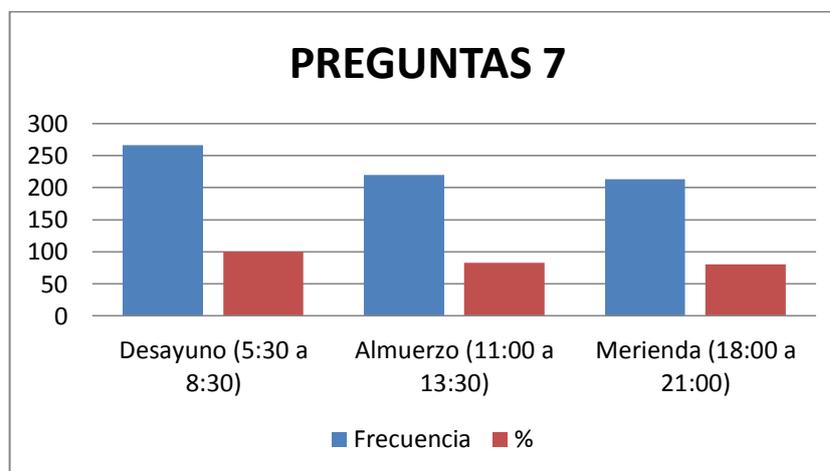
TABLA 12; PREGUNTA #7, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 7		
Opción	Frecuencia	%
Desayuno (5:30 a 8:30)	266	100
Almuerzo (11:00 a 13:30)	220	82,71
Merienda (18:00 a 21:00)	213	80,08

FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

GRÁFICO 32; OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #7.



FUENTE: Usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

Interpretación y análisis:

Esta pregunta hace referencia acerca del periodo de tiempo en el que se usa las cocinas a gas, el 100% preparan el desayuno, el 82,71% preparan el almuerzo, y la merienda solo preparan el 80,08%, Con esto se determina que la mayoría de usuarios preparan los tres tipos de alimentación diaria, con lo que se tiene los periodos de tiempo, Desayuno (5:30 a 8:30), Almuerzo (11:00 a 13:30), Merienda (18:00 a 21:00).

2.5 Datos actuales del alimentador Picaihua

Los datos iniciales se obtuvieron mediante una corrida de flujo en Cymdist, donde se determina parámetros eléctricos de cómo se encuentra actualmente el alimentador.

2.5.1 Datos actuales de la corrida de flujos en Cymdist.

Con la corrida de flujo se logró obtener las condiciones actuales en las que se encuentra el alimentador antes de la inclusión de las cargas de las cocinas de inducción.

Al realizar esta simulación en Cymdist del alimentador Picaihua se consiguieron datos del estado actual de las redes eléctricas de medio y bajo voltaje, como calibres, longitud, sobre voltaje, perdidas en los conductores tanto de la troncal como los ramales, potencia y cantidad de transformadores monofásicos, trifásicos, además de saber otros parámetros eléctricos.

La tabla 13 muestra los datos iniciales actuales del alimentador primario sin la incorporación de la cocina de inducción. La “**producción total**” es la sumatoria de la potencia instalada recolectada de cada transformador. “**Cargas totales**” es la carga utilizada, “**pérdidas en las líneas**” es la diferencia entre la producción total y las cargas totales.

TABLA 13; RESUMEN TOTAL DE DATOS

Resumen total	kW	kVAr	kVA	fp(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	7736,46	2189,73	8040,38	96,22
Generadores	0	0	0	0
Producción total	7736,46	2189,73	8040,38	96,22
Carga leída (no regulada)	7536,6	2000,93	7797,7	96,65
Carga utilizada (regulada)	7536,6	2000,93	7797,7	96,65
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Cargas totales	7536,6	2000,93	7797,7	96,65
Capacitancia de la línea	0	23,29	23,29	0
Capacitancia shunt total	0	23,29	23,29	0
Pérdidas en las líneas	199,86	212,1	291,42	68,58
Pérdidas en los cables	0	0	0	0
Pérdidas totales	199,86	212,1	291,42	68,58

FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 14 presenta las condiciones anormales de sobrecarga, bajo voltaje y alto voltaje. En la columna “peor caso” se indica el nombre del tramo del alimentador primario donde se presenta la contingencia, en la columna “valor” indica el porcentaje actual de las condiciones que presenta el tramo, si el valor es mayor o menor de 100% indica que existe una sobrecarga o un nivel menor del nominal.

TABLA 14; CONDICIONES DE LÍNEAS ACTUALES EN EL ALIMENTADOR

Condiciones anormales	Fase	Tramos	Valor
Sobrecarga	A	PICA34	253.25 %
	B	PICA34	331.11 %
	C	PICA34	344.51 %
Bajo voltaje	A	PICA722	96.69 %
	B	PICA1231	93.28 %
	C	PICA592	92.14 %
Alto voltaje	A	PICA0	100.00 %
	B	PICA0	100.00 %
	C	PICA0	100.00 %

FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 15 muestra el costo anual de las pérdidas eléctricas en las líneas, el costo de las pérdidas del sistema resulta multiplicando los MWh/año por \$ 0,03.

TABLA 15 COSTO ANUAL DE LAS PÉRDIDAS DEL SISTEMA DEL ALIMENTADOR

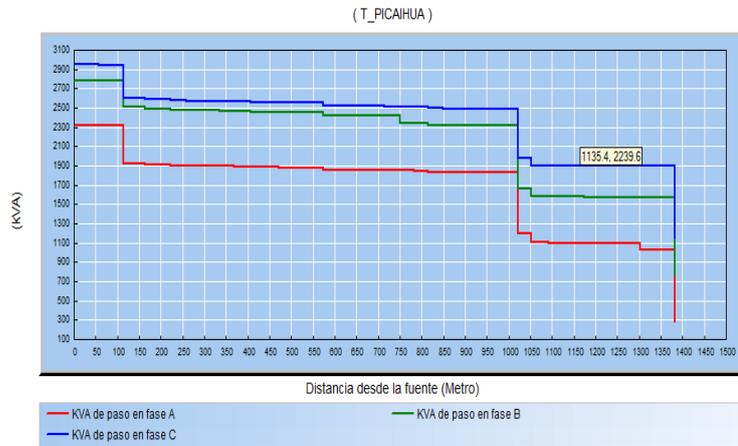
Costo anual de las pérdidas del sistema	kW	MWh/año	\$/año
Pérdidas en las líneas	199,86	1750,75	52,52
Pérdidas en los cables	0	0	0.00
Pérdidas en los transformadores	0	0	0.00
Pérdidas totales	199,86	1750,75	52,52

FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 33 presenta los perfiles de carga iniciales en kVA, observando que al alejarse de la subestación en la red primaria del alimentador Picaihua, existe menor potencia.

GRÁFICO 33; PERFILES DE CARGA EN kVA

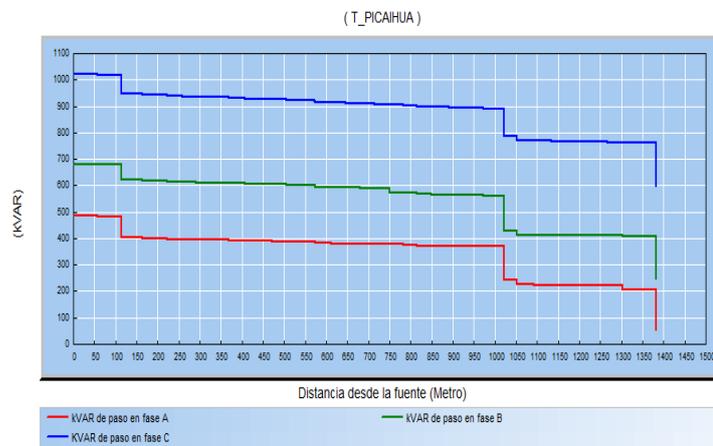


FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 34 presenta perfiles de potencia reactiva en kVAr, actuales del alimentador. Mientras la longitud sea mayor existe menor potencia kVAr.

GRÁFICO 34; PERFILES DE POTENCIA REACTIVA

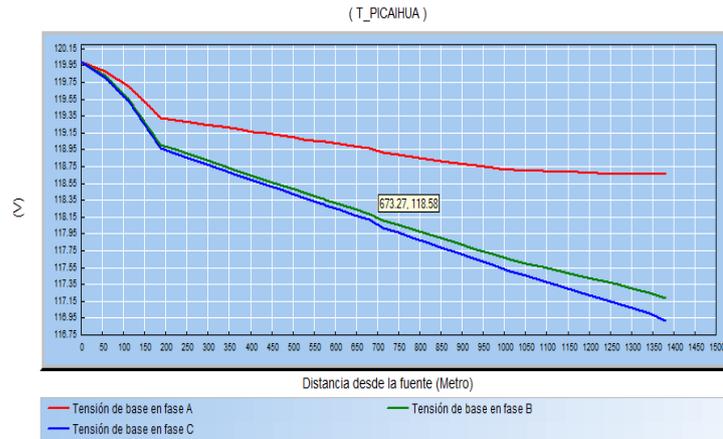


FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 35 presenta los voltajes iniciales por fases en voltios tomados desde la salida de la subestación hasta el final de cada uno de los ramales por fase, mientras mayor sea la longitud recorrida el voltaje tendrá mayor caída de voltaje.

GRÁFICO 35; VOLTAJES INICIALES



FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 16 presenta los datos actuales del alimentador Picaihua, de cómo está formado el sistema eléctrico, en donde se especifica el voltaje, longitud de los ramales y el número de transformadores monofásicos y trifásicos actualmente instalados en el alimentador.

TABLA 16; DATOS DEL ALIMENTADOR PICAIHUA

Alimentador Primario	Voltaje (kV)	Longitud Ramal 1Ø(km)	Longitud Ramal 2Ø(km)	Longitud Ramal 3Ø (km)	Transformadores Monofásicos	Transformadores Trifásicos
Picaihua	13,8	53,48	2,09	21,33	259	53

FUENTE: Empresa Eléctrica Ambato S.A.

2.6 Calibres de conductores

Actualmente el alimentador Picaihua consta de las siguientes redes aéreas: monofásicas 53484.3 m, bifásicas 2085,7 m, trifásicas 21327,7 m y obteniendo un total de 76897,7 m distribuidos en diferentes sectores.

La tabla 17 muestra la longitud y calibres de los conductores, de cómo se encuentra distribuido las redes en el alimentador actualmente.

TABLA 17; LONGITUD Y CALIBRES DE CONDUCTORES

Calibre de conductor del alimentador Picaihua	
Calibre de conductor	Longitud(m)
266ACSR	4699,2
1/0ACSR	29782,6
2/0ACSR	9105,9
2ACSR	65664
4ACSR	12157,2
8ACSR	149,8

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 18 muestra las características, especificaciones del alimentador Picaihua, la cantidad de clientes residenciales y el calibre de conductor de la red eléctrica principal (troncal).

TABLA 18; CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR PICAIHUA

Nombre	Clientes residenciales	Calibre conductor	Corriente limite (A)	Zona	Tipo de Alimentador
Picaihua	5767	266	457	Rural	Residencial Inc

FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.

ELABORADO POR: Investigadores.

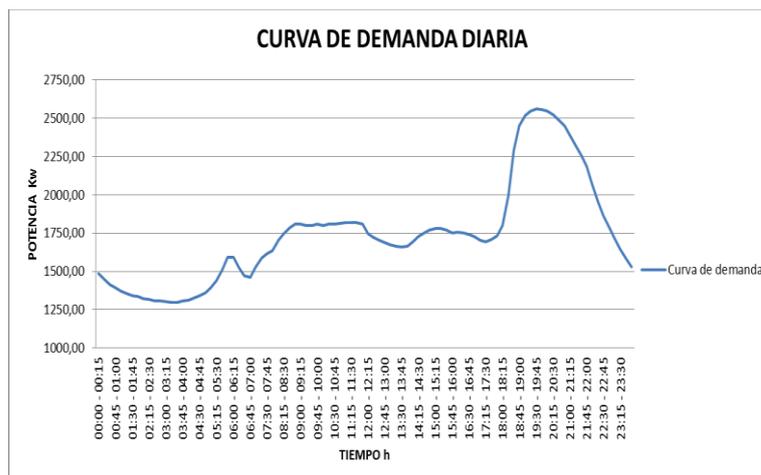
2.7 Estimación de la demanda en el alimentador Picaihua.

Los datos de potencia y corriente son monitoreados, registrados por cada subestación, para este alimentador perteneciente a la subestación Oriente, el registro se realiza cada 15 minutos por el Centro de Control de Carga CECON.

El gráfico 36 muestra la curva de demanda diaria del alimentador Picaihua, considerando la demanda de los usuarios tipo residencial, industrial y comercial produciendo un pico mayor de 2600 kW a las 19:45.

Las curvas de demanda diaria proyectada con la carga de la cocina de inducción se encuentran detalladas en el capítulo 3.12 página 98.

GRÁFICO 36; CURVA DE DEMANDA DIARIA, ALIMENTADOR



FUENTE: CECON EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.

ELABORADO POR: Investigadores.

2.7.1. Registro de datos por tipo de usuarios en el alimentador Picaihua.

Estos datos fueron recolectados de la muestra de la población perteneciente al alimentador Picaihua usando las planillas de consumo y comparando con los datos de energía tomados del CECON.

La tabla 19 muestra los tipos de usuarios residenciales del alimentador, existiendo un mayor número de usuarios tipo B y tipo C, debido a que el alimentador se encuentra en una zona rural.

TABLA 19; TIPOS DE USUARIOS, ALIMENTADOR PICAIHUA.

Tipo	Usuarios muestra	Usuarios reales
A	4	87
B	24	520
C	155	3360
D	83	1800
Total	266	5767

ELABORADO POR: Investigadores.

2.7.1.1 Resultados del consumo de energía mensual residencial.

La tabla 20 indica el consumo de energía por tipo de usuario residencial del alimentador Picaihua. Los datos se obtuvieron mediante las planillas eléctricas del muestreo perteneciente a diferentes usuarios del alimentador antes mencionado.

TABLA 20; ENERGÍA MENSUAL POR TIPO DE USUARIO

Tipo	Cantidad usuarios residenciales	Energía residencial suministrada (kWh/mes)	Energía residencial (kWh/mes) promedio
A	4	366,75	315,825
B	24	212,8	181,1
C	155	114,5	97,4
D	83	30,16	23,22

FUENTE: Planillas mensuales de energía, usuarios alimentador Picaihua.

ELABORADO POR: Investigadores.

2.7.1.2 Consumo de energía diario y mensual de usuarios residenciales.

La tabla 21 muestra los consumos promedio de energía eléctrica (diario, mensual) recopilados según el tipo de usuario del alimentador Picaihua.

TABLA 21; CONSUMO DIARIO PROMEDIO DE LOS USUARIOS

Consumo diario promedio de los usuarios en el alimentador Picaihua			
Tipo A kWh	Tipo B kWh	Tipo C kWh	Tipo D kWh
12	7,66	4	2
Consumo mensual promedio de los usuarios en el alimentador Picaihua			
Tipo A kWh	Tipo B kWh	Tipo C kWh	Tipo D kWh
360	229,8	120	60

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 22 muestra el consumo promedio de energía y potencia de un usuario residencial (diario, mensual) de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

TABLA 22; CONSUMO DE ENERGÍA DE UN USUARIO RESIDENCIAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A

Consumo de energía en la concesión de la EEASA	
kVA-día	kWh-día
6,1	5,91
kVA-mes	kWh-mes
183	177,51

ELABORADO POR: Investigadores.

2.8 Inclusión de la cocina de inducción en la EEASA.

Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) prevé que en la Empresa Eléctrica Ambato S.A. La distribución e implementación de las cocinas de inducción comenzara a partir del año 2015 hasta el año 2022.

La tabla 23 muestra el costo por acometida para las cocinas de inducción que la Empresa Eléctrica Ambato S.A. instalará hasta el año 2022.

TABLA 23; NÚMERO DE COCINAS DE INDUCCIÓN A ENTREGARSE EN LA EEASA

Año	Número cocinas	Potencia instalada (MW)	Potencia Máxima (MW)	Acometida (\$)	Cocina acumulado	Total Acometidas Monofásicas	Inversión Total
2015	41900	168	126	3943209			
2016	86100	344	258	8102871	128000	75910	
2017	47600	190	143	4479636	175600	28310	
2018	4700	19	14	442317	180300	23610	
2019	16400	66	49	1543404	196700	7210	
2020	33500	134		678533	230200		
2021	5600	22			235800		
2022	5500	22	224900		241300		19189970
Total	241300	965	225490	19189970	1387900	135040	

FUENTE: MEER.

2.8.1 Datos de las cocinas de inducción con las que se realizaron las pruebas.

Para el desarrollo de este proyecto se realizaron el análisis de datos de dos marcas de cocinas de inducción:

- Cocina de inducción KALLEY (Colombiana).
- Cocina de inducción DUXTOP (EEUU).

2.8.1.1 Cocina de inducción Kalley.

La tabla 24 muestra los datos de la cocina Kalley. Es una cocina de una sola hornilla que tiene una potencia nominal máxima de 1300 y mínima de 100 watts (W) con un incremento de 200 W. Es de procedencia Colombiana, ensamblada con tecnología de inducción china.

TABLA 24; COCINA DE INDUCCIÓN KALLEY

Marca	KALLEY
Tipo de alimentación	Eléctrico 110V
Puestos	1 Eléctrico
Encendido de quemadores	Eléctrico
Dimensiones	29 x 7 x 37 cm (Ancho / Alto / Fondo)
Características 	Sensor de control táctil
	Placa de Vitrocerámica con novedoso diseño
	Auto-detección de problemas de funcionamiento
	Temporizador de 3 horas
	Fácil de limpiar e Higiénica
	Gran ahorro de energía
	Voltaje: 110V/60Hz
	Potencia: 1300W
	Peso: 2.4 kg
	Dimensiones en cm: 35.2 x 28 x 6.4

FUENTE: <http://theinductionsite.com/buy-induction/for-sale-here.shtml>.

2.8.1.2 Cocina de Inducción Duxtop.

La tabla 25 muestra los datos de la cocina Duxtop, tiene una sola hornilla y una potencia nominal máxima de 1700 y mínima de 100 watts (W) con incrementos de 200 W. Esta cocina proviene de Estados Unidos, ensamblada con tecnología de inducción china.

TABLA 25; COCINA DE INDUCCIÓN DUXTOP

Marca	DUXTOP
Tipo de alimentación	Eléctrico 110V
Puestos	1 Eléctrico
Encendido de quemadores	Eléctrico
Dimensiones	29 x 7 x 37 cm (Ancho / Alto / Fondo)
Características 	Sensor de control táctil
	10 ajustes de temperatura(140°-460°)
	Reconocimiento olla
	Fácil de limpiar e Higiénica
	Gran ahorro de energía
	Voltaje: 110V/60Hz
	Potencia: 1800W
	Peso: 2.4 kg

FUENTE: <http://theinductionsites.com/buy-induction/for-sale-here.shtml>.

Estas cocinas a las que se realizaron pruebas, en su interior tienen un sistema de inducción que genera armónicos, tiene un filtro LC que sirve para eliminarlos y mejorar el factor de potencia.

El filtro LC se encuentra a la entrada de la alimentación eléctrica, este debe cumplir la norma NTE INEN 2567 (2010) para la introducción de las cocinas de inducción al mercado, con lo que se entiende que deben tener un factor de potencia alto y controlar los armónicos generados por la cocina.

La tabla 26 indica los valores de frecuencia (Hz), voltaje (V), corriente (I) y factor de potencia obtenidos con el analizador de red, de las cocinas de inducción Kalley y Duxtop.

TABLA 26; VALORES OBTENIDOS CON EL ANALIZADOR DE RED EN LAS COCINAS

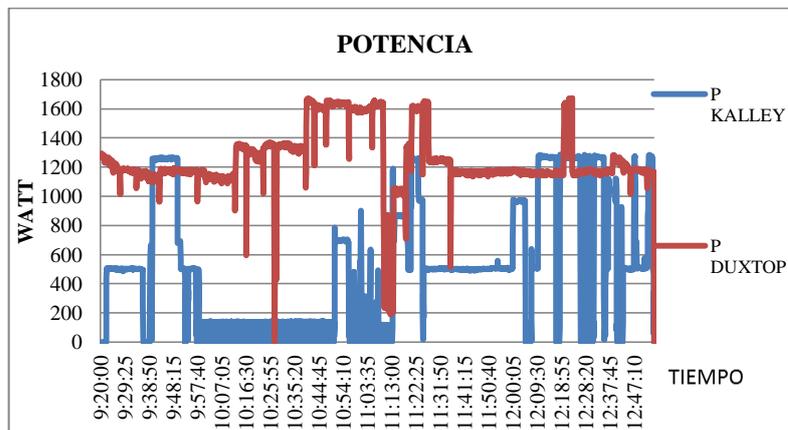
Datos recolectados en las 3 horas de pruebas	Cocina de inducción Kalley				
	Frecuencia	V rms	I rms	P	fp
	Hz	V	A	W	cos ϕ
Máxima	60,09	118,9	10,818	1285	0,999
Mínima	59,91	109,2	0,9185	100	0,997
Promedio	59,9	114,63	6,0532	692,5	0,998
	Cocina de inducción Duxtop				
Máxima	60,07	122,5	13,666	1672,4	0,999
Mínima	59,9	113,9	0,881	100	0,997
Promedio	59,99	117,77	7,541	886,2	0,998

ELABORADO POR: Investigadores.

Los valores se recolectaron con el analizador de red conectado a las cocinas con un registro de datos cada 5 segundos. Por un período de 3 horas, según lo estimado para el tiempo de cocción diaria de alimentos basándonos en la encuesta realizada.

El gráfico 37 muestra las curvas de potencia vs tiempo, de las cocinas de inducción Kalley y Duxtop, donde se registró las potencias máximas de 1285 W y 1672.4 W respectivamente. La curva de potencia de la cocina Kalley esta graficada de color azul y la curva de potencia de la cocina Duxtop está graficada de color rojo.

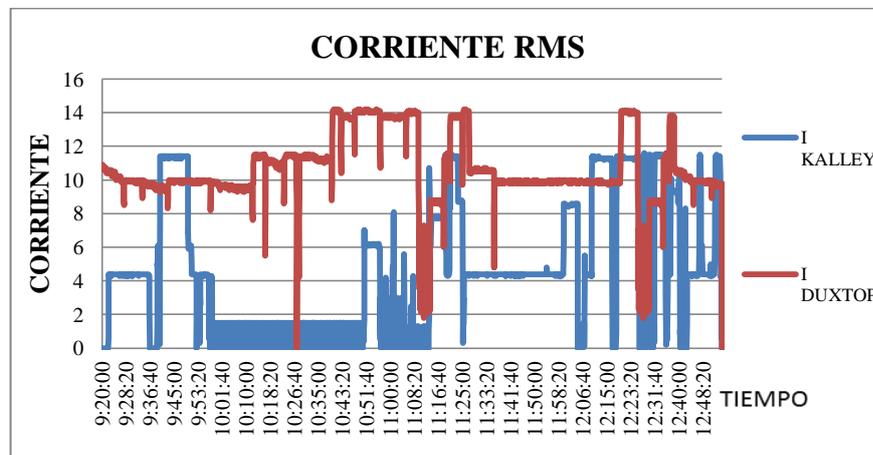
GRÁFICO 37; CURVA DE POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 38 muestra la curva de corriente vs tiempo de las cocinas de inducción. La cocina Kalley tiene una corriente máxima de 10,83 A y la cocina de inducción Duxtop tiene una corriente máxima de 13.66 A.

GRÁFICO 38; CURVA DE CORRIENTE RMS DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN



ELABORADO POR: Investigadores.

Con las pruebas realizadas a la cocina de inducción Kalley y Duxtop conectados al analizador de red se obtuvo los diferentes tipos de armónicos que se producen al variar la potencia de cada cocina.

El armónico más crítico de las cocinas de inducción Kalley y Duxtop es el tercero que afecta principalmente al neutro debido al aumento de la corriente que estos producen.

Las tablas 27 y 28 indican el nivel de armónicos promedio registrados. Al momento de encender las cocinas de inducción y colocar la olla de acero existe un pico máximo de 16.5 % en el armónico 3 en la cocina Kalley, mientras que en la cocina Duxtop es de 18.5%, para el armónico 5 existe 10.4%, 11.4%. En el armónico 7 4.9% y 5.2% respectivamente. La cocina Kalley tiene un máximo promedio de 3.48% en la corriente del armónico 3. Mientras que de la cocina de inducción Duxtop tiene un máximo promedio de 5,26% en el armónico 3 de la corriente, debido a su influencia en neutro ya que este produce una circulación de corriente por el mismo que genera un aumento de temperatura que afecta al sistema de distribución de la red.

Estas cocinas de inducción cumplen con el rango aceptable de armónicos, tanto de corriente como de voltaje. Las corrientes armónicas deben ser inferiores al 10%, mientras que los voltajes armónicos admisibles deben ser menores al 3% según lo establecido por la regulación del Conelec 004/01 y norma NTE INEN 2567:2010.

TABLA 27; ARMÓNICOS PROMEDIO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN KALLEY

Potencia [w]	A1h3	A1h5	A1h7	A1h9	A1h11	A1h13	A1h15	A1h17	A1h19	A1h21	A1h23	A1h25
100	0,37	0,41	0,11	0,16	0,20	0,09	0,08	0,04	0,08	0,04	0,04	0,05
200	0,73	0,82	0,22	0,32	0,39	0,18	0,17	0,09	0,15	0,07	0,08	0,10
300	1,10	1,23	0,34	0,16	0,59	0,26	0,25	0,13	0,23	0,11	0,12	0,15
400	1,47	1,64	0,45	0,16	0,79	0,35	0,34	0,18	0,30	0,14	0,16	0,20
500	1,83	2,05	0,56	0,80	0,98	0,44	0,42	0,22	0,38	0,18	0,20	0,25
600	2,20	1,04	0,46	0,34	0,44	0,14	0,15	0,03	0,10	0,03	0,00	0,00
700	2,56	1,09	0,53	0,39	0,51	0,16	0,18	0,04	0,11	0,02	0,01	0,00
800	2,24	1,25	0,61	0,45	0,58	0,18	0,20	0,04	0,13	0,00	0,01	0,01
900	2,52	1,40	0,49	0,50	0,66	0,21	0,23	0,02	0,15	0,00	0,00	0,00
1000	2,80	1,56	0,54	0,63	0,73	0,23	0,24	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
1100	3,08	1,43	0,45	0,47	0,64	0,17	0,23	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00
1200	3,69	1,56	0,49	0,52	0,70	0,18	0,24	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
1300	3,48	1,69	0,53	0,56	0,75	0,18	0,24	0,00	0,20	0,00	0,00	0,01

ELABORADO POR: Investigadores.

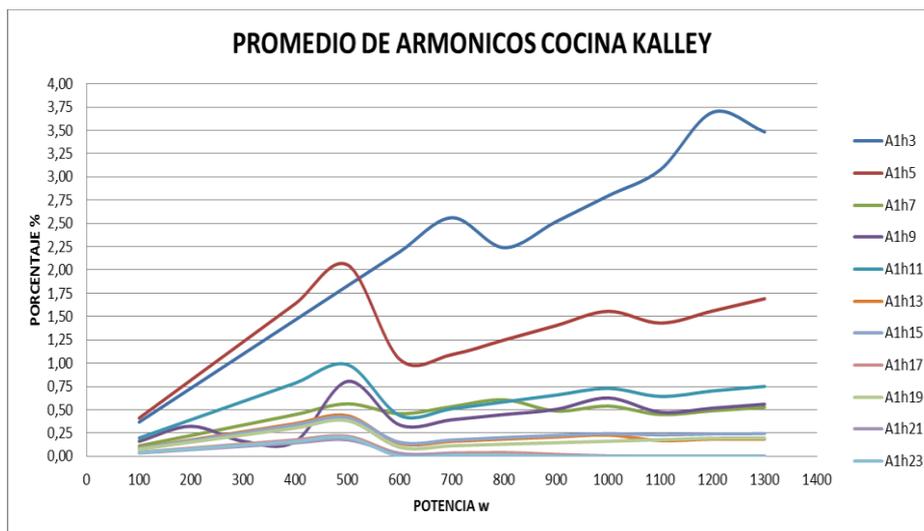
TABLA 28; ARMÓNICOS PROMEDIO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN DUXTOP

Potencia [w]	A1h3	A1h5	A1h7	A1h9	A1h11	A1h13	A1h15	A1h17	A1h19	A1h21	A1h23	A1h25
100	0,41	0,09	0,13	0,26	0,08	0,02	0,18	0,06	0,07	0,04	0,04	0,06
200	0,81	0,18	0,26	0,53	0,16	0,04	0,36	0,12	0,15	0,09	0,08	0,12
300	1,22	0,28	0,39	0,79	0,25	0,07	0,54	0,18	0,22	0,13	0,12	0,19
400	1,62	0,37	0,52	1,06	0,33	0,09	0,72	0,24	0,30	0,18	0,16	0,25
500	2,03	0,46	0,65	1,32	0,41	0,11	0,90	0,30	0,37	0,22	0,20	0,31
600	2,44	0,55	0,22	0,68	0,31	0,06	0,44	0,22	0,52	0,08	0,07	0,37
700	2,84	0,64	0,25	0,79	0,36	0,07	0,51	0,26	0,59	0,10	0,08	0,43
800	3,25	0,74	0,29	0,90	0,41	0,08	0,58	0,30	0,67	0,11	0,09	0,50
900	2,86	0,59	0,32	1,02	0,46	0,09	0,66	0,33	0,00	0,13	0,09	0,00
1000	2,90	0,37	0,38	1,09	0,49	0,21	0,64	0,34	0,02	0,14	0,02	0,00
1100	3,19	0,45	0,42	1,20	0,54	0,23	0,71	0,37	0,02	0,16	0,02	0,00
1200	3,48	0,48	0,46	1,31	0,59	0,25	0,77	0,41	0,02	0,17	0,02	0,00
1300	4,02	0,30	0,51	1,12	0,50	0,20	0,58	0,29	0,03	0,01	0,13	0,00
1400	4,33	0,32	0,55	1,21	0,54	0,21	0,63	0,31	0,04	0,01	0,14	0,00
1500	4,64	0,35	0,59	1,29	0,58	0,23	0,67	0,33	0,04	0,02	0,15	0,00
1600	4,95	0,37	0,63	1,38	0,62	0,24	0,72	0,35	0,04	0,02	0,16	0,00
1700	5,26	0,39	0,67	1,47	0,66	0,26	0,76	0,38	0,00	0,02	0,17	0,00

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 39 muestra las curvas de armónicos de la cocina Kalley. Son obtenidos mediante la tabla 27 donde los armónicos 3 y 5 son lo más significativos.

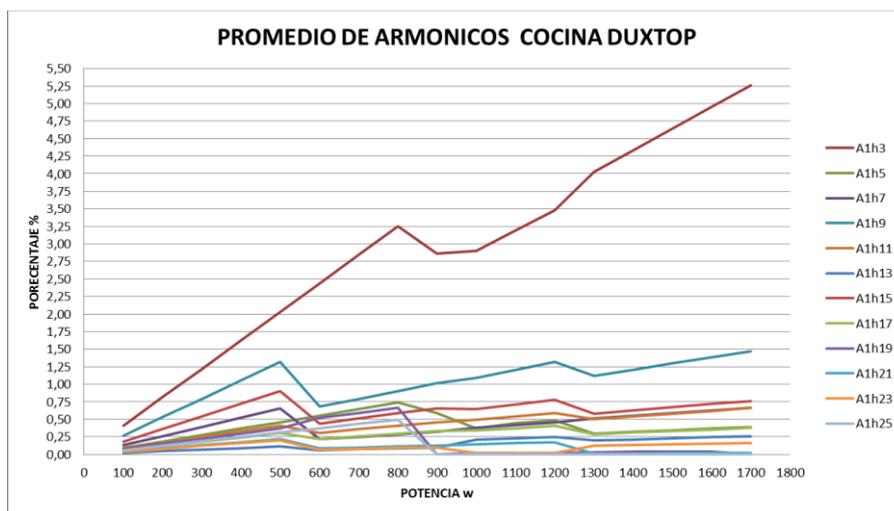
GRÁFICO 39; CURVAS DE ARMÓNICOS



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 40 muestra las curvas de armónicos de la cocina Duxtop, obtenidos de la tabla 28; el armónico 3 es el que más afecta con un máximo de 5,26%.

GRÁFICO 40; CURVAS DE ARMÓNICOS



ELABORADO POR: Investigadores.

2.8.2 Eficiencia de las cocinas de inducción.

Las cocinas de inducción descritas en las que se realizó las pruebas tienen diferentes potencias nominales, con lo que se calculó su eficiencia con la siguiente ecuación:

$$\text{(Ecuación 3) Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Util (registrada)}}{\text{Potencia Consumida (nominal)}} * 100\%$$

La tabla 29 muestra la eficiencia de las cocinas Kalley y Duxtop, aplicando la ecuación 3.

TABLA 29; EFICIENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN

	Potencia máxima registrada (Watts)	Potencia máxima nominal (Watts)	Eficiencia (%)	Total eficiencia
Cocina Kalley	1285	1300	0,98846	98,85
Cocina Duxtop	1672,4	1800	0,92911	92,91

ELABORADO POR: Investigadores

2.9 Tiempo de cocción con la cocina de inducción.

Mediante las pruebas que se realizó con las cocinas de inducción antes mencionadas, se obtuvo el tiempo de ebullición de diferentes cantidades de agua a diferentes potencias. Los resultados se observan en la tabla 31.

TABLA 30; PRUEBAS DE EBULLICIÓN

Litros	Tiempo (min)	Potencia por hornilla (W)
1	6	1200
2	8	1200
3	13	1200
4	14	1200
1	4	1340
2	6	1340
3	8	1340
4	11,2	1340
1	3	1700
2	5	1700
3	8	1700
4	9,3	1700

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 30 muestra el tiempo de cocción en las cocinas a gas e inducción de varios alimentos.

TABLA 31; COCCIÓN DE VARIOS ALIMENTOS

Alimentos	Temperatura	Tiempo cocina a gas (min)	Tiempo cocina de inducción 30 % menos (min)
Brócolis	85 grados	11	7,7
Zanahorias	95 grados	7	4,9
Coliflor	80 grados	14	9,8
Alcachofas	95 grados	13	9,1
Habas	75 grados	5	3,5
Tomates	75 grados	5	3,5
Cebolla	90 grados	9	6,3
Papas	95 grados	15	10,5
Pimiento	90 grados	17	11,9
Ajo	80 grados	7	4,9
Pepino	90 grados	11	7,7
Rábanos	90 grados	7	4,9
Espinacas	75 grados	3	2,1
Acelga	80 grados	6	4,2
Maíz	90 grados	20	14
Lenteja	90 grados	60	42
Arroz	80 grados	15	10,5
Cocción de carnes			
Pechuga de pollo	85 grados	25	17,5
Cerdo	85 grados	20	14
Conejo	90 grados	60	42
Cocción de mariscos			
Trucha	75 grados	25	17,5
Filetes	75 grados	3	2,1
Pescado	75 grados	9	6,3

FUENTE: <http://www.hogarutil.com/cocina/escuela-cocina/tiempos-coccion/tiempos-coccion-695.html>

ELABORADO POR: Investigadores.

2.10 Incremento de potencia por incidencia de las cocinas de inducción en el alimentador Picaihua.

Para los cálculos se tomó en cuenta la cantidad promedio de hornillas que se utilizan para la preparación de alimentos. Por tal razón se proyectó que para la cocina de inducción de cuatro hornillas 4000 W se utilizarán solo de dos a tres

hornillas, por usuario para preparar el almuerzo o merienda. En el desayuno se contempló el uso de dos hornillas.

Para tener la potencia real de la cocina de inducción, se tiene que aplicar la potencia promedio a utilizar por usuario y multiplicarlo por un factor de coincidencia.

Potencia de la cocina de inducción

(Ecuación 4) $DD = (Ce * Fc)$

DD = Demanda de diseño.

Ce = Cargas especiales (cocina de inducción 4 hornillas).

Fc = Factor de coincidencia (45%).

$$DD = (4000 W * 0,45)$$

$$DD = 1800 W$$

Para determinar la cantidad de kVA que demandará cada usuario con el uso de la cocina de inducción se utilizó la ecuación 4, dividida para el factor de potencia y multiplicada por el factor de utilización en demanda pico estimada por usuario.

(Ecuación 5) $kVA = (Pc / fp) * Fpico$

$$kVA = \left(\frac{1,8}{0,998} \right) * 0,9$$

$$kVA = 1,623$$

Pc = Potencia de la cocina de inducción.

fp = Factor de potencia.

Fpico = Factor de utilización en demanda pico (0,9)

La tabla 32 muestra la potencia en kVA promedio necesaria para la inclusión de la cocina de inducción en el alimentador Picaihua.

TABLA 32; INCLUSIÓN DE LA COCINA DE INDUCCIÓN EN LOS USUARIOS

Inclusión de la cocina de inducción en los usuarios	
1,623	kVA de la cocina estimados por usuario.
6008	Usuarios del alimentador.
5767	Usuarios residenciales en el alimentador Picaihua.
9359,84	Total kVA requeridos para las cocinas en el alimentador.

FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO. S.A.

2.10.1 Capacidad de los transformadores del alimentador Picaihua.

El aumento de la potencia de las cocinas de inducción requiere mayor consumo eléctrico y por tanto un cambio de los transformadores actuales a otros de mayor potencia; o aumentar el número transformadores en el sector.

La tabla 33 indica el número y capacidad de los transformadores (trafos) que se encuentran instalados en el sistema eléctrico del alimentador. Para la nueva potencia requerida por transformador se multiplico el número de usuarios por transformador, por los kVA promedio requeridos por cocina de inducción.

TABLA 33; CAPACIDAD INCREMENTADA DE TRANSFORMADORES

Número de trafos	kVA por trafo	kVA total por número de trafo	Usuarios por trafo	Usuarios totales por trafo	kVA Cocina de inducción	kVA requeridos por trafo
19	5	95	3	57	1,623	4,869
87	10	870	5	435	1,623	8,115
51	15	765	16	816	1,623	25,968
69	25	1725	22	1518	1,623	35,706
6	30	180	26	156	1,623	42,198
38	37,5	1425	34	1292	1,623	55,182
9	45	405	39	351	1,623	63,297
12	50	600	47	564	1,623	76,281
10	75	750	58	580	1,623	93,134
4	100	400				
4	112,5	450				
3	125	375				
312		8040		5769		

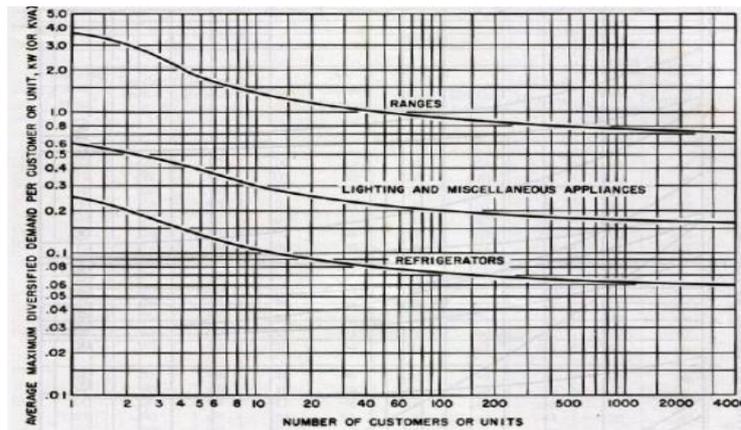
ELABORADO POR: Investigadores.

2.10.2 Estudio de la demanda máxima de las cocinas de inducción.

Para la elaboración de los factores aplicados en la siguiente ecuación se tomó como referencia el análisis de la metodología del MEER de 4000 clientes tomando un nuevo factor de coincidencia para los 5767 usuarios residenciales existentes en el alimentador:

El gráfico 41 presenta las curvas de las demandas diversificadas que se tienen con varios artefactos eléctricos.

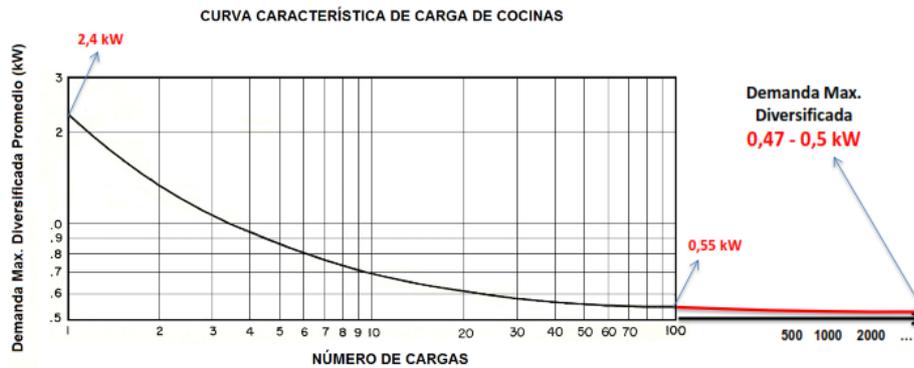
GRÁFICO 41; CURVA CARACTERÍSTICA DE CARGAS



FUENTE: Demanda diversificada de algunos equipamientos.

El gráfico 42 muestra la curva de demanda diversificada de las cocinas de inducción realizada por la empresa Westinghouse.

GRÁFICO 42; CURVA CARACTERÍSTICA DE CARGA DE COCINAS



Dmax. Diversificada: 470 - 500 W

FUENTE: Distribution, Coincidence Westinghouse, Fig. 8.- Maximum Diversified 30-Minute Demand Characteristics of Various Modern Residential Loads, Pág. 36

Tomando en cuenta el gráfico 42 se realizó los cálculos siguientes para la cocina de inducción, aplicando nuevos factores para determinar la potencia con los 5767 usuarios residenciales del alimentador.

(Ecuación 6) $D_{\text{máx}}(\text{pico}) = P_{\text{potcocina}} \times F_{\text{coincidencia}} \times F_{\text{pico}}$

Dónde:

Potcocina: Potencia efectiva de una cocina de inducción

Fcoincidencia: Factor de coincidencia de clientes con cocinas de inducción (17%)

Fpico: Factor de utilización en demanda pico (0,6)

Cálculo por cocina de inducción Duxtop:

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 1800 \text{ W} \times 0,170 \times 0,6$

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 183,6 \text{ W}$

Cálculo por cocina de inducción Kalley:

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 1300 \text{ W} \times 0,170 \times 0,6$

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 132,6 \text{ W}$

Cálculo por cocina de inducción 2 hornillas que el Gobierno incorporara:

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 2500 \text{ W} \times 0,170 \times 0,6$

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 255 \text{ W}$

Cálculo por cocina de inducción 4 hornillas que el Gobierno incorporara:

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 4000 \text{ W} \times 0,170 \times 0,6$

$D_{\text{máx}}(\text{pico}) = 408 \text{ W}$

Para 100 usuarios de acuerdo al MEER el factor de demanda diversificada es de 470 w, por lo tanto para obtener el valor de los 5767 usuarios residenciales se ha multiplicado la potencia de la cocina de inducción por el factor de coincidencia (17%) que se aplicó al ser una cantidad mayor a los 4000 usuarios y el factor pico que es la simultaneidad con la que se utiliza las cocinas de inducción.

2.11 Verificación de la hipótesis.

2.11.1 Modelo lógico

Partiendo de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los usuarios del alimentador Picaihua, Se han logrado obtener respuestas necesarias para la presente verificación de hipótesis. Una vez analizado e interpretado los resultados obtenidos a través de la técnica de la encuesta aplicada, haciendo referencia a los datos de las preguntas más relevantes para la verificación de hipótesis:

El estudio de la proyección de la demanda eléctrica con la inclusión de la cocina de inducción permitirá determinar los nuevos parámetros eléctricos a implementar para satisfacer la nueva capacidad de potencia en el alimentador Picaihua.

ho= El estudio de la proyección de la demanda eléctrica con la inclusión de la cocina de inducción **NO** permitirá determinar los nuevos parámetros eléctricos a implementar para satisfacer la nueva capacidad de potencia en el alimentador Picaihua.

ha= El estudio de la proyección de la demanda eléctrica con la inclusión de la cocina de inducción **SI** permitirá determinar los nuevos parámetros eléctricos a implementar para satisfacer la nueva capacidad de potencia en el alimentador Picaihua.

2.11.2 Modelo matemático

Hipótesis nula ho= Respuestas observadas = Respuestas Esperadas

Hipótesis alternativa ha= Respuestas observadas \neq Respuestas Esperadas.

La probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa es de 5%, es decir, el nivel de confianza es del 95%.

2.11.3 Estadística de prueba

Para la verificación de la hipótesis se toma la fórmula del Chi-cuadrado. Se utilizó la encuesta como técnica para la investigación del proyecto, escogiendo 2 preguntas más relevantes para la comprobación como se muestra en la tabla 34.

TABLA 34; FRECUENCIA OBSERVADA

Ítems	Pregunta	Opción	SI(fo)	NO(fo)	Total
1	1	Cocina a gas	260	6	266
2	1	Cocina eléctrica	3	263	266
3	1	Cocina a leña (fogón)	3	263	266
1	7	Desayuno (5:30 a 8:30)	266	0	266
2	7	Almuerzo (11:00 a 13:30)	220	46	266
3	7	Merienda (18:00 a 21:00)	213	53	266
TOTAL			965	631	1596

ELABORADO POR: Investigadores.

Frecuencia esperada

(Ecuación 7)
$$fe = \frac{tf*tc}{tg}$$

Dónde:

fe= frecuencia esperada

tf= total filas

tc= total columnas

Para la elaboración de la tabla 35 se aplicó la ecuación 7 con los valores de la frecuencia observada (fo) de la tabla 34.

TABLA 35; FRECUENCIA ESPERADA

Ítems	Pregunta	Opción	SI(fe)	NO(fe)	Total
1	1	Cocina a gas	160,83	105,17	266,00
2	1	Cocina eléctrica	160,83	105,17	266,00
3	1	Cocina a leña (fogón)	160,83	105,17	266,00
1	7	Desayuno (5:30 a 8:30)	160,83	105,17	266,00
2	7	Almuerzo (11:00 a 13:30)	160,83	105,17	266,00
3	7	Merienda (18:00 a 21:00)	160,83	105,17	266,00

ELABORADO POR: Investigadores.

Chi cuadrado

(Ecuación 8)
$$Xc = \frac{(fo-fe)^2}{fe}$$

Xc= Valor a calcularse de Chi-cuadrado

fo= frecuencia observada

fe= frecuencia esperada

Una vez aplicada la ecuación 7 de frecuencia esperada se calcula el Chi cuadrado como se indica en la tabla 36.

TABLA 36; RESOLUCIÓN DE CHI CUADRADO

Pregunta		fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$x_c = \frac{(fo - fe)^2}{fe}$
Cocina a gas	SI	260	160,83	99,17	9834,028	61,144
	NO	6	105,17	-99,17	9834,028	93,509
Cocina eléctrica	SI	3	160,83	-157,83	24911,361	154,889
	NO	263	105,17	157,83	24911,361	236,875
Cocina a leña (fogón)	SI	3	160,83	-157,83	24911,361	154,889
	NO	263	105,17	157,83	24911,361	236,875
Desayuno	SI	266	160,83	105,17	11060,028	68,767
	NO	0	105,17	-105,17	11060,028	105,166
Almuerzo	SI	220	160,83	59,17	3500,694	21,766
	NO	46	105,17	-59,17	3500,694	33,287
Merienda	SI	213	160,83	52,17	2721,361	16,920
	NO	53	105,17	-52,17	2721,361	25,8767
TOTAL						1209,966

ELABORADO POR: Investigadores.

2.11.3.1 Grados de libertad

Aplicamos la fórmula para el cálculo del grado de Libertad:

(Ecuación 9) $gl = (nr - 1) * (nc - 1)$

Dónde:

gl = Grado de Libertad

nc = Número de columnas

nr = Número de filas

$$gl = (6 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 5$$

2.11.3.2 Regla de decisión

Si $X2c > X2t$ rechazo $H0$ y acepto $H1$

Con un nivel de significación de 5% y 5 grado de libertad $X2p = 11,070$. Dada por la tabla 37 se indica si la hipótesis $H0$ o $H1$ se acepta.

TABLA 37; DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO

ν	$X^2_{0,005}$	$X^2_{0,01}$	$X^2_{0,025}$	$X^2_{0,05}$	$X^2_{0,95}$	$X^2_{0,975}$	$X^2_{0,99}$	$X^2_{0,995}$
1	0,00003935	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,647	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156

FUENTE: Catherine M. Thompson, Table of Percentage points of the χ^2 distribution, vol.32

El valor de $X^2_c = 1209,966 > X^2_p = 11,070$ y de conformidad a lo establecido en la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa debido a que el valor de X^2_c es mayor al de la tabla. X^2_p .

Según los datos obtenidos, podemos afirmar que los usuarios del alimentador Picaihua utilizan como principal fuente para la cocción de los alimentos el gas. Un aspecto importante que hay que tener en cuenta son las 4 horas de utilización de las cocinas a gas para la alimentación diaria, y que están en posibilidad de adquirir las cocinas de inducción de 2 hornillas por su costo de \$150.

Con esto se demuestra el interés de un mayor porcentaje de los usuarios por la adquisición de las cocinas de inducción debido a la eliminación al subsidio del cilindro de gas.

Resulta destacable las horas de uso de las cocinas a gas con tal razón tenemos las horas pico en donde comienzan a utilizar las cocinas para la preparación de alimentos, estas horas picos nos servirá para saber cuándo se utilizarán las cocinas de inducción al día. Además mediante la experimentación con la cocina de inducción se obtuvo que esta es más eficiente que la cocina a gas, por tal razón

logramos saber los nuevos parámetros eléctricos que utilizan estas cocinas. Por lo demostrado, se concluye que el estudio es viable debido a que la mayoría de usuarios tendrá que cambiar su cocina a gas por la cocina de inducción lo que aumentará la demanda eléctrica, por tal motivo se deberá realizar una adecuación del alimentador con nuevos parámetros eléctricos en redes de medio y bajo voltaje para poder satisfacer la nueva capacidad de potencia.

2.12. Conclusión de la investigación.

Como conclusión de la investigación referente a los dos primeros capítulos de este proyecto se obtuvo que:

- Las cocinas de inducción son más eficientes que las cocinas a gas y al eliminarse el subsidio del cilindro de gas, los usuarios tendrán que cambiarse al nuevo sistema de cocción con la cocina de inducción.
- El alimentador Picaihua no está en condiciones de soportar la nueva demanda de energía que generaría el uso de las cocinas de inducción a nivel residencial. El alimentador debe ser reconfigurado para poder abastecer a los usuarios.
- Al realizar las pruebas con las cocinas de inducción se obtuvo que la distorsión de armónicos está dentro del rango permitido, de acuerdo a las normas del CONELEC 004/01.
- Con la encuesta que se realizó se pudo saber que la mayoría de usuarios están en condiciones de adquirir la cocina de inducción y también se logró determinar las horas en las que regularmente se preparan los tres tipos de alimentación básica diaria.

CAPITULO III

PROPUESTA

“Estudio de la proyección y determinación del crecimiento de la demanda por tipo de usuario, con la inclusión de la cocina de inducción, en el alimentador Picaihua a 13,8KV de la Subestación Oriente, perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.”

3.1 Presentación

El alimentador Picaihua perteneciente a la subestación Oriente de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., está situado en la parroquia rural de Picaihua y cubre un área de servicio de 76,897 km de redes distribuidas entre monofásicas, bifásicas y trifásicas.

Este alimentador tiene 6008 usuarios, de los cuales 5767 son residenciales con diferentes demandas eléctricas mensuales por lo cual se clasifican en diferentes tipos de usuarios A, B, C y D, siendo los de tipo A los de mayor consumo y tipo D los de menor consumo.

Las cocinas de inducción se incorporarán a los diferentes hogares con lo cual se elevara el costo mensual de la planilla y, esto afectará principalmente a los usuarios tipo C y D ya que con esto perderán el subsidio de energía impuesto por gobierno. Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se realizó lo siguiente:

- Toma de datos de los consumos mensuales de energía eléctrica de los usuarios pertenecientes a este alimentador, de los meses de Enero a Diciembre año 2013.
- Topología de la red de medio y bajo voltaje en el software Cymdist.
- Análisis de la información, simulación en el software Cymdist.
- Obtención de reportes de perfiles de voltaje, capacidad nominal de conductores, caídas de voltaje, corrientes y potencias de los centros de transformación.
- Obtención de proyecciones estimadas con los datos de potencia, voltaje, corriente, factor de potencia y contenido de armónicos, resultante de las pruebas hechas con las cocinas de inducción que existen en el mercado nacional.

Para llevar a cabo este proceso, se tomarán en cuenta los aspectos legales de la parte III referente a redes aéreas de las Guías de Diseño de la Empresa Eléctrica Ambato y las leyes, normas, reglamentos y estatutos vigentes para sector eléctrico ecuatoriano.

3.2 Justificación.

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES - en coordinación con diferentes instancias gubernamentales elaboró el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009 - 2013 al que deben sujetarse en forma obligatoria las instituciones y organismos del Gobierno. En lo referente al Cambio de la Matriz Energética, indica que la sustitución de cocinas a gas (GLP) por cocinas de inducción deberá ejecutarse tan pronto como exista la factibilidad de la generación eléctrica.

Con miras a preparar el programa de implementación de sustitución de cocinas a gas licuado de petróleo (GLP) por cocinas eléctricas de inducción, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) hizo conocer que se encuentra desarrollando el Plan Nacional de Cocción Eficiente, razón por la cual se mantienen reuniones entre representantes del sector energético, eléctrico y

productivo del país, con el objeto de establecer los requerimientos técnicos del proyecto.

Por lo expuesto se tomará como referencia el estudio del alimentador primario Picaihua de la subestación Oriente, para analizar cómo afectará y crecerá la demanda de energía, el consumo eléctrico por tipo de usuario, los cambios que se deberán hacer a las redes, acometidas e instalaciones domiciliarias, introducción de armónicos al sistema y como se podrá satisfacer la demanda en horas pico en el período 2013-2014. Para ello se deberá realizar un análisis de flujos de carga asemejando el consumo mediante una proyección de demandas.

De esta manera el presente trabajo es de suma importancia para poder tener en cuenta la cantidad de potencia necesaria para poder utilizar este tipo de cocinas y poder saber si el alimentador podrá abarcar la demanda de energía eléctrica que ello provocará. Indicándose además que existe la facilidad del manejo de los equipos necesarios para poder llevar a cabo este análisis. Los usuarios del alimentador podrán saber cuánto aumentará el consumo mensual de sus planillas y la empresa eléctrica podrá tener una estimación de los cambios necesarios para aplicar el plan de cambio de matriz energética a desarrollarse por el Gobierno.

Es necesario destacar que en Ecuador se están realizando 8 grandes proyectos hidroeléctricos que podrán satisfacer la demanda de energía que generaría el uso de este tipo de cocinas.

3.3 Objetivos de la propuesta.

3.3.1 Objetivo general.

- Realizar el estudio de la proyección del aumento de la demanda con la inclusión de la cocina de inducción, mediante el uso del software de simulación Cymdist, para obtener parámetros del incremento de demanda de energía eléctrica en el alimentador Picaihua de la subestación Oriente perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

3.3.2 Objetivos específicos.

- Efectuar las proyecciones aplicando todos los factores y tasas de crecimiento según las normas de la EEASA y el MEER para determinar la potencia y energía que se tendrá en el alimentador Picaihua.
- Analizar el aumento de energía eléctrica a nivel residencial en los diferentes tipos de usuario con la inclusión de la cocina de inducción en el alimentador Picaihua, para poder tener un estimado de aumento económico con lo cual se afectara al consumidor.
- Elaborar un presupuesto referencial para los cambios que requerirán las redes de distribución con la inclusión de las cocinas de inducción en alimentador Picaihua.
- Proponer una nueva demanda eléctrica de diseño por tipo de usuario calculando el incremento mensual de energía con la cocina de inducción, para su correcto funcionamiento.

3.4 Propuesta

3.4.1 Subsidio de la tarifa para las cocinas de inducción.

Según el CONELEC para las personas de Tulcán que aceptaron el proyecto piloto de utilizar las cocinas de inducción existe una tarifa eléctrica especial de 2,8 centavos de dólar por kilovatio hora. La tarifa con subsidio para las cocinas de inducción será de 4 centavos por kilovatio a los usuarios que incorporen la cocina de inducción a sus hogares Para darles incentivos para que cocinen con electricidad y no con gas, cuando normalmente es de 8 centavos por kilovatio.

La tabla 38 muestra los costos promedios de energía y el costo de la tarifa con el subsidio para las cocinas de inducción.

TABLA 38; TARIFA CON SUBSIDIO PARA COCINAS DE INDUCCIÓN

Detalles	ctvs/kWh
Costo medio de Energía	8,534
Tarifa Dignidad	4
Subsidio para cocinas	4,534
% subsidiado	53,13%

FUENTE: CONELEC.

ELABORADO POR: Investigadores.

Considerando que el subsidio actual cubre el 53,13% de la tarifa se ha sumado el consumo de la cocina más este porcentaje del consumo promedio que es lo que asumiría el gobierno.

Según el CONELEC el estado deberá subsidiar en promedio 155 kWh por cliente al mes para que el ingreso de las cocinas de inducción no afecte el bolsillo de los abonados pero en la realidad el estado subsidiará 100 kWh distribuido en 80 kWh para la cocina de inducción y 20 kWh para uso de calentadores de agua.

3.5 Estudio de cocinas de inducción.

El Gobierno Nacional del Ecuador a través del CONELEC realizó varias pruebas y estudios de la cocina de inducción que se quiere incorporar en el país, estas tienen una potencia nominal de 4000w con 4 hornillas y de 2500w con 2 hornillas, a este estudio se añadió los datos relacionados con las cocinas de inducción Kalley y Duxtop, las cuales ya están incorporadas en el país, con las que realizamos las pruebas en un lapso de 3 a 4 horas diarias.

En la tabla 39 se detalla la potencia esperada a utilizarse con sus respectivos costos mensuales aplicando un factor de carga de acuerdo a cada cocina.

Para el consumo mensual se multiplica la demanda promedio por el factor de carga. Para el costo sin subsidio se utilizó el valor promedio de 0,08534 dólares por kWh y para el subsidio se restó los 80 kWh del consumo de energía mensual.

(Ecuación 10) Factor de carga
$$F_c = \frac{D_{prom}}{D_{max}}$$

(Ecuación 11) Energía mes kWh-mes
$$kWh - mes = D_{prom} * \#horas \text{ mes.}$$

TABLA 39; ESTUDIO DETALLADO DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN

Marca Cocina de inducción	Potencia	Dmax cocina	Fc	D prom.	Horas mes	Energía	Costo subsidio	Costo sin subsidio
	W	W		W	h	kWh-mes	USD	USD
Ecuador 4Hornillas	4000	3000	0,45	1350	90	121,5	3,54	10,37
Ecuador 2Hornillas	2500	1800	0,72	1296	90	116,64	3,13	9,95
Kalley 1Hornilla	1300	1200	0,88	1056	90	95,04	1,28	8,11
Duxtop 1Hornilla	1800	1650	0,72	1188	90	106,92	2,30	9,12

ELABORADO POR: Investigadores.

3.5 Recursos para atender la cobertura de energía a nivel nacional

En los sectores que no tienen servicio de energía eléctrica el CONELEC los atenderá con nuevas redes de servicio para que puedan utilizar las cocinas de inducción que el gobierno proporcionará; para ello se incrementará la cobertura con lo cual se abastecerá la demanda.

3.5.1 Sin cocinas de inducción.

La tabla 40 muestra los costos para atender a las viviendas sin servicio eléctrico a nivel nacional, en el sector rural como en el urbano.

TABLA 40; PRESUPUESTO PARA EL 100% DE COBERTURA A NIVEL NACIONAL SIN COCINAS DE INDUCCIÓN

Sector	Viviendas Sin Servicio Eléctrico	Costo por electrificación vivienda (USD)	Costo sin cocinas de inducción (USD)
Rural	162.227	2.400	389.344.800
Urbano	93.143	800	74.514.400
Total	255.370	3200	463.859.200

FUENTE: CONELEC.

ELABORADO POR: Investigadores.

Nota: El costo por electrificación de vivienda consta de redes, estructuras, postes, acometidas y medidores monofásicos.

3.5.2 Con cocinas de inducción.

La tabla 41 muestra el presupuesto necesario para atender la cobertura eléctrica a nivel nacional con las cocinas de inducción. Ascende a USD 574.235.420, es decir USD 110.376.220 (23.8%) adicional.

TABLA 41; PRESUPUESTO PARA EL 100% DE COBERTURA A NIVEL NACIONAL CON COCINAS DE INDUCCIÓN

Sector	Viviendas Sin Servicio Eléctrico	Costo por electrificación vivienda (USD)	Costo con cocinas de inducción (USD)
Rural	162.227	3.000	486.681.000
Urbano	93.143	940	87.554.420
Total	255.370	3940	574.235.420

FUENTE: CONELEC.

ELABORADO POR: Investigadores

Nota: El costo por electrificación de vivienda consta de redes, estructuras, postes, acometidas y medidores bifásicos con cocinas de inducción.

3.5.3 Consumo de energía por tipo de usuario con la cocina de inducción.

De acuerdo a los diferentes tipos de usuarios del alimentador Picaihua se realizó el cálculo de energía y costo mensual con la inclusión de la cocina de inducción, detallado en la tabla 42.

TABLA 42; CONSUMO DE ENERGÍA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN SIN SUBSIDIO

Consumo de la Cocina de inducción sin subsidio					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
4,06	121,8	1461,6	\$ 10,39	\$ 124,73	\$ 10,39
Consumo usuario tipo A					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
12	360	4320	\$ 30,72	\$ 368,67	\$ 41,11
Consumo usuario tipo B					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
7,66	229,8	2757,6	\$ 19,61	\$ 235,33	\$ 30
Consumo usuario tipo C					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
4	120	1440	\$ 10,24	\$ 122,89	\$ 20,63
Consumo usuario tipo D					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
2	60	720	\$ 5,12	\$ 61,44	\$ 15,51

ELABORADO POR: Investigadores.

Nota: El costo kWh utilizado para los cálculos es de 0,08534 centavos de dólar.

La tabla 43 indica los costos mensuales proyectados de los consumos de energía por tipos de usuarios, con el subsidio de 80 kWh mensual para la cocina de inducción.

TABLA 43; CONSUMO DE ENERGÍA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN CON SUBSIDIO

Consumo de la Cocina de inducción con subsidio					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
4,06	121,8	1461,6	\$ 3,57	\$ 42,84	\$ 3,57
Consumo usuario tipo A					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
12	360	4320	\$ 30,72	\$ 286,74	\$ 34,29
Consumo usuario tipo B					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
7,66	229,8	2757,6	\$ 19,61	\$ 235,33	\$ 23,18
Consumo usuario tipo C					
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
4	120	1440	\$ 10,24	\$ 122,89	\$ 13,81
Consumo usuario tipo D					
kW/día	kW/mes	kW/año	Costo mes	Costo año	Costo mes Total
2	60	720	\$ 5,12	\$ 61,44	\$ 8,69

ELABORADO POR: Investigadores.

Nota: El costo kWh utilizado para los calculos fue 0,08534 centavos de dólar.

3.5.4 Calculo de consumo de energía para un usuario residencial tipo B.

Con los consumos de energía eléctrica de los diferentes artefactos eléctricos que un usuario residencial promedio tipo B posee, se sabe cuánto se paga en las planillas mensuales de electricidad, a esto se ha sumado el consumo de la cocina de inducción, con lo que tenemos el nuevo costo por energía mensual como se indica en la tabla 44.

Cantidad de semanas al mes

(Ecuación 12)
$$\frac{\text{días mes}}{\text{días semana}} = 4,3$$

TABLA 44; COSTO PLANILLA MENSUAL CON LA COCINA DE INDUCCIÓN SIN SUBSIDIO

CARGA	Nº de cargas	Potencia (W)	Fd	Horas funcionales semana	Wh por semana
Alumbrado					
Foco incand 100w	1	100	1	0	0
Fluorescente 20w	14	20	0,07	63	1260
Aparatos eléctricos					
Plancha	1	2000	1	0,3	600
Lavadora	1	2000	1	7	14000
Frigorífico	1	250	1	168	42000
Licuadaora	1	300	1	0,4	105
Batidora	1	200	1	0	0
Horno microondas	1	1200	1	0,7	840
Aparatos electrónicos					
Computador PC	1	250	1	0	0
Radio (estéreo)	2	150	0,5	1	105
Televisión	4	120	0,25	28	3360
Computador portátil	2	50	0,5	28	1400
Equipo de sonido	1	300	1	0	0
Reproductor de CD	1	30	1	2	63
TOTAL wh x semana:					63722
kWh x Mes (wh/1000 *4,3)					274,00
Costo energía promedio		Costo total del consumo eléctrico (\$)			
0,08534 \$/kWh		23,38			
Cocina inducción	1	1800	1	16	28800
TOTAL wh x semana:					92522
kWh x Mes (wh/1000*4,3)					397,84
Costo energía promedio		Costo total del consumo eléctrico (\$)			
0,08534 \$/kWh		33,95			

ELABORADO POR: Investigadores.

El Gobierno subsidiará los primeros 100 kWh al mes distribuido 20 kWh para calentadores de agua y 80 kWh para consumo de la cocina de inducción. La diferencia de kWh mes por consumo de la cocina de inducción es de 123,84 a esto se debe subsidiar 80 kWh mensuales (6,827 dólares), por lo que se proyecta un pago total mensual de 27,12 dólares. Siendo una diferencia de 3,74 dólares mensuales promedio más que se debe cancelar por la inclusión de la cocina.

Esto conlleva a que se pierda el subsidio que el gobierno brinda a las personas que adquieren la tarifa dignidad, ellos serán las personas más afectadas debido al

cambio de la cocina a gas por la cocina de inducción además de otros rubros a pagar por cambios domiciliarios.

3.6 Estudio precio del gas sin subsidio.

En el Ecuador se proyecta pagar el gas a precio internacional de este combustible a partir del 2016, cuando comiencen a operar las ocho nuevas centrales hidroeléctricas. Entre ellas, la Coca-Codo Sinclair (Napo), Sopladora Azuay, Toachi-Pilatón (Santo Domingo), Delsintanisagua (Morona Santiago), entre otras centrales. Con ello se piensa ahorrar del subsidio \$700 millones por año.

La tabla 45 muestra el costo del cilindro de gas a nivel internacional y el costo en Ecuador cuando se elimine el subsidio.

TABLA 45; PRECIOS SIN SUBSIDIO

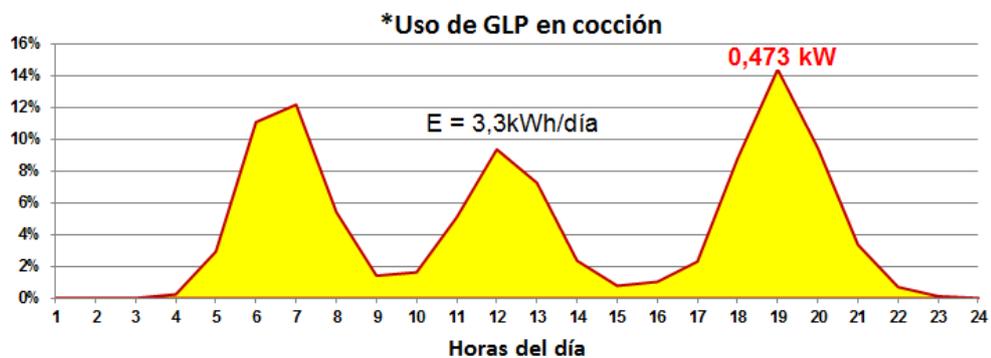
Países	Tanque de 15 Kg (USD)
Ecuador Precio con subsidio	1,6
Ecuador Precios sin subsidio	20
Colombia	25,87
Perú	19,68

FUENTE: DIARIO EL HOY.

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 43 identifica los tres picos en la curva diaria de utilización del gas licuado de petróleo (GLP), siendo este el más utilizado para la cocción de alimentos a nivel nacional.

GRÁFICO 43; USO DEL GLP



FUENTE: CONELEC.

3.7 Factibilidad técnica.

3.7.1 Factibilidad técnica en el alimentador Picaihua.

El alimentador Picaihua se encuentra con un sistema relativamente nuevo sin mayores inconvenientes en repartir energía eléctrica a los usuarios, tanto en redes como en equipos y transformadores.

3.7.2 Factibilidad técnica de las cocinas de inducción.

Las cocinas de inducción van a ser incorporadas al mercado ecuatoriano a gran escala a partir del año 2015 debido al incremento del precio del gas licuado de petróleo por la eliminación del subsidio que el estado brindaba a estos insumos. Para esto se tiene previsto el incremento del uso de cocinas de inducción en los hogares para lo cual el estado brindará facilidades para su adquisición mediante bonos. También para este año se prevé incorporar al sistema eléctrico ecuatoriano el funcionamiento de nuevas centrales hidroeléctricas que podrán abastecer toda la demanda producida por la inclusión de las cocinas de inducción en los hogares.

El programa por el cual se va a efectuar la simulación para el desarrollo de proyección de la demanda es el software de simulación Cymdist con el cual trabaja la Empresa eléctrica Ambato y existe apertura para su uso a nivel de los estudiantes.

Las cocinas de inducción pueden ser de 1 a 4 hornillas con una potencia nominal promedio 1500 W por quemador con lo cual exigen más energía y por eso requieren de un voltaje de 220 V. Como en la mayoría de hogares y domicilios el voltaje es de 110 V, el usuario deberá realizar una instalación eléctrica adicional para conectar la nueva cocina. Para esto, el usuario debe determinar, en primer lugar, si su medidor es de 220 V o 110 V. Si en el hogar se tiene un medido de 110 V se deberá instalar uno que soporte 220 V solicitando el pertinente cambio de medidor a la Empresa Eléctrica Ambato. Luego de esto el usuario deberá hacer una nueva instalación para 220 V desde su medidor o de la caja de breakers hacia un tomacorriente especial donde se conectará la cocina de inducción. Por esto se

estima que, el usuario deberá cancelar un costo adicional según la instalación y distancia a la cual este la cocina.

Además, este tipo de cocinas requieren un tipo de ollas especiales que deben ser de acero para que puedan aprovechar el campo electromagnético y puedan funcionar. Actualmente, en el mercado un juego de cinco ollas de acero inoxidable marca Tramontina se vende en USD 287. De forma individual, las ollas y sartenes de acero varían entre USD 36 y USD 87. Los utensilios de aluminio no sirven para estas cocinas. En el mercado, usted también puede encontrar recipientes de bajo costo que sirven para las cocinas de inducción como las ollas de hierro enlosado. Un juego de cuatro ollas de estos materiales se oferta entre USD 14 y USD 36.

Al subir el precio del cilindro de gas licuado de petróleo (GLP), sin el subsidio otorgado por el estado y el aumento previsto en las planillas eléctricas se tiene una tendencia promedio de un costo mensual semejante, por eso el gobierno tiene planeado brindar bonos para la adquisición de las nuevas cocinas de inducción hechas en Ecuador, además el funcionamiento de las nuevas centrales hidroeléctricas permitirá bajar el precio del kWh con lo cual se puede decir que resultaría mejor el uso de las nuevas cocinas por estos beneficios.

3.8 Factibilidad económica.

3.8.1 Factibilidad económica en la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

Resumen de obra para un tramo del alimentador Picaihua incluido iva:

- Construcción redes MT en una longitud de: 450 metros
- Construcción redes BT en una longitud de: 450 metros
- Instalación de: PH, 12m 500kg 3 unid

PRESUPUESTO ESTIMATIVO POR SECTOR RESIDENCIAL

El presupuesto por sector para ejecutar esta obra, se desglosa de la siguiente manera:

Descripción	USD
Materiales	5.522,85
Mano de Obra	1.552,21
Diseño, Administración y D Técnica	683,66
TOTAL	9.758,11

ELABORADO POR: Investigadores.

PRESUPUESTO

COSTOS DIRECTOS:

Descripción	Costos (USD)	Valor total (USD)
Materiales	7.522,25	7.522,25
Mano/obra - construc.	1.494,28	1.494,28
Mano/obra - desmantelam.	57,93	57,93
SUBTOTAL 1	9.074,46	9.074,46

ELABORADO POR: Investigadores.

TOTAL COSTOS DIRECTOS: 9.074,46 USD

COSTOS INDIRECTOS:

Descripción	Costos (USD)	Valor total (USD)
Diseño	453,72	453,72
Administración	74,71	74,714
Dirección técnica	155,22	155,221
SUBTOTAL 2	683,66	683,655

ELABORADO POR: Investigadores.

TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 683,66 USD

PRESUPUESTO TOTAL 9.758,11 USD

PRESUPUESTO ESTIMATIVO TOTAL DE REDES Y TRANSFORMADORES

Descripción	Costos para sector con 1 transformador (USD)	Costos por varios sectores 260 transformadores (USD)
Materiales:	\$ 7.522,25	\$ 1'955.784,05
Mano de Obra:	\$ 1.552,21	\$ 403.574,75
Diseño, Administración y Dirección Técnica:	\$ 683,66	\$ 177.750,32
TOTAL	\$ 9.758,11	\$ 2.537.108,60

ELABORADO POR: Investigadores.

PRESUPUESTO TOTAL

COSTOS DIRECTOS:		
Total costos directos (USD)	9.074,46	2'359.358,81
COSTOS INDIRECTOS:		
Total costos indirectos (USD)	683,66	177.750,32
Presupuesto total (USD)	9.758,11	2'537.109,13

ELABORADO POR: Investigadores.

Estos gastos son referenciales de acuerdo al número de transformadores monofásicos existentes en el alimentador que constan con redes monofásicas, este presupuesto se realizó de acuerdo a una hoja elaborada en excel por la EEASA para el cálculo económico de presupuestos referenciales. Para estos valores no se tomó en cuenta los costos de instalación de alumbrado público e instalación de postes debido a que las redes son relativamente nuevas y ya constan con postes aptos para poder soportar las nuevas redes.

Materiales necesarios para el remplazo de medidores monofásicos a bifásicos

Cond ais de cu, t. tw, 7 H, # 8 AWG
C2 - Caja met seguridad, Bif
Interruptor Bipolar 2X30, Riel Qou
Interruptor Bipolar 2X50, Riel Qou
Interruptor Bipolar 2X70, Riel Qou
Grapa Plástica, 17-21 MM. Con clavo de acero de 38 MM.
Tacos fisher, F-10
Tornillo de hierro 2" * 14
Rodela Plana ½
Cable (cond) antih, trip, fase al #4 AWG. PAN. Cu#6 AWG
Conector para conductor antihurto, para fase
Pinza de acometida
Tornillo 5/32 * 2 1/2 con tuerca y rodela
Medidor eléctrico bifásico, 9kW - 10/100 A
Amarra plásticas de 15cm
Tubo Fe Galv. 2x6mt.
Abrazadera doble 2"

FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.

Estos valores están estimados de acuerdo a los 4613 usuarios residenciales que requieren un cambio de medidor monofásico a un medidor bifásico siendo el costo por usuario de USD 156.

Total de gastos en redes y transformadores (USD)	Total de gastos acometidas y medidores (USD)	Valor Total (USD)
\$ 2'537.109,13	\$ 719.628	\$ 3'256.737,13

ELABORADO POR: Investigadores.

3.8.2 Factibilidad económica en residencias.

Para realizar la instalación eléctrica doméstica a 220 V, a fin de que pueda funcionar la cocina de inducción se realizó el presupuesto comparando los precios de los materiales en dos centros ferreteros importantes de la ciudad de Latacunga que venden implementos eléctricos.

La tabla 47 presenta los costos de los materiales eléctricos necesarios para la instalación a 220 V para el funcionamiento de la cocina de inducción. Los costos se los averiguo en la ferretería KIWI,

TABLA 46; COSTOS DE MATERIAL ELÉCTRICO (KIWI)

Material	Precio unitario (USD)	C/U	Total (USD)
Tomacorriente	2,93	1	2,93
Conductor cu #10 c/m	0,8	36	28,8
Canaleta 2m	2,07	6	12,42
Breaker	10,56	1	10,56
Caja	8,89	1	8,89
Cajetín	0,85	1	0,85
Olla de acero	23,81	4	95,24
Precio Total (USD)			159,69

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 47 presenta los costos de los materiales eléctricos necesarios para la instalación a 220 V para el funcionamiento de la cocina de inducción. Los costos se los averiguo en la ferretería El Mercurio.

TABLA 47; COSTOS DE MATERIAL ELÉCTRICO (EL MERCURIO)

Material	Precio unitario (USD)	C/U	Total (USD)
Tomacorriente	2,90	1	2,90
Conductor cu #10c/m	0,77	36	27,72
Canaleta 2m	2,52	6	15,12
Breaker	6,5	1	6,5
Caja	11,11	1	11,11
Cajetin	0,5	1	0,5
Olla de acero	23	4	92
Precio Total (USD)			155,85

ELABORADO POR: Investigadores.

3.9 Factibilidad operacional

3.9.1 Para el alimentador Picaihua.

Este proyecto de cambios de cocina a gas por la cocina de inducción se efectuará en el país y por ende tendrá efectos en el alimentador Picaihua, para lo cual se necesitara realizar cambios en las instalaciones eléctricas domiciliarias de 110 V a 220 V. Se debe realizar un cambio de transformadores monofásicos a trifásicos, redes y cambios a nivel de alimentador en general. El calibre de conductor utilizado deberá ser de preferencia mayor a 1/0 para que pueda soportar la corriente, debido a que las redes eléctricas aéreas se proyectan para 15 años de utilidad. También es necesario hacer un cambio de medidores monofásicos dos hilos a medidores monofásicos a tres hilos o bifásicos.

3.9.2 Para los usuarios.

Para los usuarios es factible técnicamente lo operacional de este proyecto de cambios de cocina a gas por la cocina de inducción que se efectuara en el país ya que todas las cocinas traen consigo un manual de usuario y además tendrán la explicación técnica del personal de ventas de los diferentes almacenes en los cuales se adquirirá la cocina de inducción.

3.10 Desarrollo de la propuesta.

Una vez determinada la información referente a la inclusión de cocina de inducción en el alimentador Picaihua perteneciente Subestación Oriente de la Empresa Eléctrica de Ambato S.A., a continuación, se detalla la elaboración del presente trabajo de investigación, partiendo de la obtención de los datos y registros necesarios para luego, mediante el paquete computacional Cymdist simular las redes de distribución y analizar los resultados obtenidos, finalmente, proponer las medidas de solución factibles para los próximos años.

3.10.4 Flujos de carga para verificar la cargabilidad de redes.

Al disponer de la base de datos de la red medio voltaje en el programa Cymdist, del alimentador Picaihua en la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., se realizó una simulación para verificar cambios en dicha red, culminado con la información y datos obtenidos por el departamento de diseño y construcción. Una vez ingresada los datos de la red medio voltaje en el lenguaje del programa Cymdist se ejecuta la simulación para verificar valores de cargabilidad y flujos de carga, de cada uno de los tramos del alimentador.

3.10.5 Recopilación de información.

En primer lugar antes del análisis en Cymdist, se procede a identificar las longitudes de las redes que dan servicio al número de usuarios que se tiene en el transformador, potencia instalada y real, características de conductores para medio voltaje y cantidad de tramos.

3.10.6 Corrida de flujo en el alimentador Picaihua con la cocina de inducción.

Para realizar la corrida de flujo con la incorporación de las cocinas de inducción a nivel de usuario en el alimentador Picaihua. Se incluyó al sistema los datos de potencia en kVA de la cocina a cada usuario, Luego de esto se lo multiplica por el número de usuarios de cada transformador de distribución.

Para la corrida de flujo primero se debe crear un usuario residencial y otro con cocina de inducción como se detalla en el anexo 8.

La tabla 48 presenta la proyección en las líneas de distribución del alimentador Picaihua, con la nueva carga debido a la incorporación de la cocina de inducción.

TABLA 48; CONDICIONES DE LAS REDES

Proyecciones		Cocinas entregadas al 53% de usuarios año 2016		Cocinas entregadas al 81% de usuarios año 2019		Cocinas entregadas al 99% de usuarios año 2022	
Condiciones anormales	Fase	Tramos	Valor (%)	Tramos	Valor (%)	Tramos	Valor (%)
Sobrecarga	A	PICA34	396.98	PICA34	451.90	PICA34	572.45
	B	PICA34	473.70	PICA34	632.64	PICA34	768.88
	C	PICA34	475.11	PICA34	550.98	PICA34	786.51
Bajo voltaje	A	PICA751	93.43	PICA751	92.83	PICA751	92.93
	B	PICA1231	92.40	PICA1267	86.00	PICA1267	83.92
	C	PICA592	85.06	PICA592	85.19	PICA592	83.07
Alto voltaje	A	PICA0	100.00	PICA0	100.00	PICA0	100.00
	B	PICA0	100.00	PICA0	100.00	PICA0	100.00
	C	PICA0	100.00	PICA0	100.00	PICA0	100.00

FUENTE: CYMDIST.

La tabla 49 indica las pérdidas en las líneas de distribución, proyectadas para los años en los cuales se incorporará la cocina de inducción, el costo de las pérdidas del sistema resulta de la multiplicación de los MWh-año por 3 centavos de dólar.

TABLA 49; PÉRDIDAS DEL SISTEMA

Proyección	Cocinas entregadas al 53% de usuarios año 2016			Cocinas entregadas al 81% de usuarios año 2019			Cocinas entregadas al 99% de usuarios año 2022		
	kW	MWh año	USD año	kW	MWh año	USD año	kW	MWh año	USD año
Pérdidas en las líneas	462,6	4052,5	121,6	708,7	6208,5	186,3	1079	9451,8	283,6
Pérdidas en los cables	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00
Pérdidas totales	462,6	4052,5	121,6	708,7	6208,5	186,3	1079	9451,8	283,6

FUENTE: CYMDIST.

La tabla 50 muestra los resultados de la corrida de flujo realizada para la proyección de demanda de los años 2016 y 2019 cuando la cocina de inducción esté incorporada en más del 53% de los usuarios residenciales del alimentador.

La “**producción total**” es la sumatoria de la potencia instalada recolectada de cada transformador, “**cargas totales**” es la carga utilizada, “**perdidas en las líneas**” es la diferencia entre la potencia generada “**producción total**” y la potencia consumida “**cargas totales**”.

TABLA 50; RESUMEN TOTAL DE DATOS

Resumen total	Cocinas entregadas al 53% de usuarios año 2016				Cocinas entregadas al 81% de usuarios año 2019			
	kW	kVAr	kVA	fp%	kW	kVAr	kVA	fp%
Fuentes (Potencia de equilibrio)	11449,9	2730,4	11770,9	97,3	13629,4	3046,1	13965,6	97,6
Generadores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Producción total	11449,9	2730,4	11770,9	97,3	13629,4	3046,1	13965,6	97,6
Carga leída(no regulada)	10987,3	2259,2	11217,1	98,0	12920,7	2327,6	13128,6	98,4
Carga utilizada (regulada)	10987,3	2259,2	11217,1	98,0	12920,7	2327,6	13128,6	98,4
Condensador shunt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cargas totales	10987,3	2259,2	11217,1	98,0	12920,7	2327,6	13128,6	98,4
Capacitancia del cable	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Capacitancia de la línea	0,0	22,5	22,5	0,0	0,0	22,0	22,0	0,0
Capacitancia shunt total	0,0	22,5	22,5	0,0	0,0	22,0	22,0	0,0
Pérdidas en las líneas	462,6	493,6	676,5	68,4	708,7	740,5	1025,0	69,1
Pérdidas en los cables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pérdidas totales	462,6	493,6	676,5	68,4	708,7	740,5	1025,0	69,1

FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 51 muestra los datos de la corrida de flujo para el año 2022, donde se planea que las cocinas de inducción estén incorporadas en un 99% de los hogares de los usuarios residenciales.

La “**producción total**” es la sumatoria de la potencia instalada recolectada de cada transformador, “**cargas totales**” es la carga utilizada, “**perdidas en las líneas**” es la diferencia entre la potencia generada (producción total) y la potencia consumida “**cargas totales**”.

TABLA 51; RESUMEN TOTAL DE DATOS AÑO 2022

Resumen total	Cocinas entregadas al 99% de usuarios año 2022			
	kW	kVAr	kVA	fp(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	17285,1	3749,8	17687,1	97,7
Generadores	0,0	0,0	0,0	0,0
Producción total	17285,1	3749,8	17687,1	97,7
Carga leída (no regulada)	16206,1	2636,1	16419,1	98,7
Carga utilizada (regulada)	16206,1	2636,1	16419,1	98,7
Condensador shunt	0,0	0,0	0,0	0,0
Reactancia shunt(regulada)	0,0	0,0	0,0	0,0
Cargas totales	16206,1	2636,1	16419,1	98,7
Capacitancia del cable	0,0	0,0	0,0	0,0
Capacitancia de la línea	0,0	21,4	21,4	0,0
Capacitancia shunt total	0,0	21,4	21,4	0,0
Pérdidas en las líneas	1079,0	1135,1	1566,1	68,9
Pérdidas en los cables	0,0	0,0	0,0	0,0
Pérdidas en los transformadores	0,0	0,0	0,0	0,0
Pérdidas totales	1079,0	1135,1	1566,1	68,9

FUENTE: CYMDIST.

ELABORADO POR: Investigadores.

Actualmente la potencia del alimentador es de 8040,3 kVA, se proyecta que al año 2022 cuando las cocinas de inducción estén incorporadas al 99% de usuarios residenciales. Se proyecta una potencia de 17687,1 kVA por consiguiente el aumento es de 9646,8 kVA como se muestra en la tabla 52.

TABLA 52; POTENCIA REQUERIDA DEL ALIMENTADOR PARA LA INCLUSIÓN DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

Años	Porcentaje	Potencias del alimentador (kVA)
2014	0%	8040,3
2016	53%	11770,9
2019	81%	13965,6
2022	99%	17687,1

ELABORADO POR: Investigadores.

3.11 Proyección de demanda en el alimentador con la inclusión de la cocina de inducción.

Para las proyecciones de demanda por usuario con las cocinas de inducción, se consiguió datos históricos y actuales a través del Centro de Control de Carga (CECON), con lo cual se obtuvo datos de potencia y la cantidad de usuarios que se incrementara a nivel de alimentador, con un incremento del 5% en demanda promedio y un 3% de número de usuarios anualmente a proyectarse, teniendo en cuenta que a partir del año 2015 se incorporara las cocinas de inducción que se prevé entregar hasta el año 2022 en un 99%.

Incremento de usuarios residenciales anual

(Ecuación 13)
$$Uf = U0(1 + i)^n$$

$$Uf = 5767(1 + 3\%)^n$$

Uf = Usuarios proyectados

U0 = Usuarios iniciales

1 = Constante

i = tasa de crecimiento

n = años de proyección

GWh cocinas año

(Ecuación 14) **GWh mes por cocina x meses del año**

$$0,0001242\text{GWh} \times 12 = 0,00149 \times \text{Cocinas acumulado}$$

Con la ecuación 13 se realizó la proyección anual de usuarios residenciales con una tasa de crecimiento promedio de 3%, a esto se le sumó el porcentaje de cocinas que anualmente se pretende distribuir a los usuarios residenciales del alimentador, la ecuación 14 se utilizó para proyectar la energía en GWh anual a consumirse por cocina de inducción.

La tabla 53 presenta los datos anuales de la proyección de usuarios residenciales, cocinas de inducción a distribuirse y energía que estas consumirán.

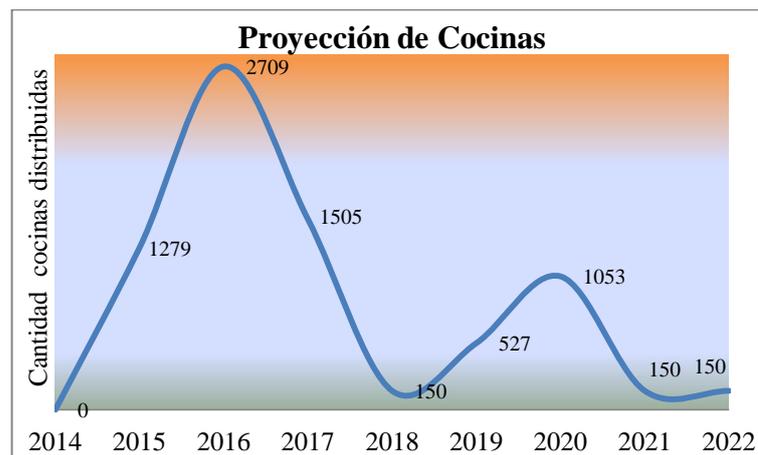
TABLA 53; PROYECCIÓN ANUAL DE USUARIOS Y COCINAS DE INDUCCIÓN A DISTRIBUIRSE

Años	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Incremento usuarios residen.	173	178	184	189	195	201	207	213	219
Usuarios residenciales	5940	6118	6302	6491	6686	6886	7093	7305	7525
Cocinas distribuidas	0	1279	2709	1505	150	527	1053	150	150
Cocinas acumulado	-	1279	3988	5493	5643	6170	7224	7374	7525
GWh cocinas año	-	1,91	5,94	8,19	8,41	9,20	10,77	10,99	11,2

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 44 se elaboró con los datos de la tabla 53, “cocinas distribuidas”, donde muestra la proyección de cocinas a entregarse anualmente a los usuarios del alimentador.

GRÁFICO 44; PROYECCIÓN DE ENTREGA ANUAL DE COCINAS DE INDUCCIÓN



ELABORADO POR: Investigadores.

3.11.1 Carga diaria de la cocina de inducción.

Para la elaboración de la carga diaria de la cocina de inducción se tomó en cuenta la ecuación 6, donde se especifica la relación de potencia estimada a utilizarse para los 5767 usuarios residenciales del alimentador.

Potencia en kW de las cocinas de inducción

(Ecuación 15) $4 \text{ hornillas } 4 \text{ kW} \times 0,17 = 0,680 \text{ kW}$

$2 \text{ hornillas } 2,5 \text{ kW} \times 0,17 = 0,425 \text{ kW}$

Para hallar el factor pico se hizo referencia a la encuesta en donde se tabularon los datos de la pregunta 6, se determinaron las horas a las cuales los usuarios residenciales utilizan la cocina a gas, el factor hora pico es la simultaneidad con la que se utilizan las cocinas.

Para calcular la potencia diaria proyectada del uso de las cocinas de inducción se multiplicó el factor hora pico por la potencia de cada cocina (ecuación 15), los resultados se observan en la tabla 54.

TABLA 54; USO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

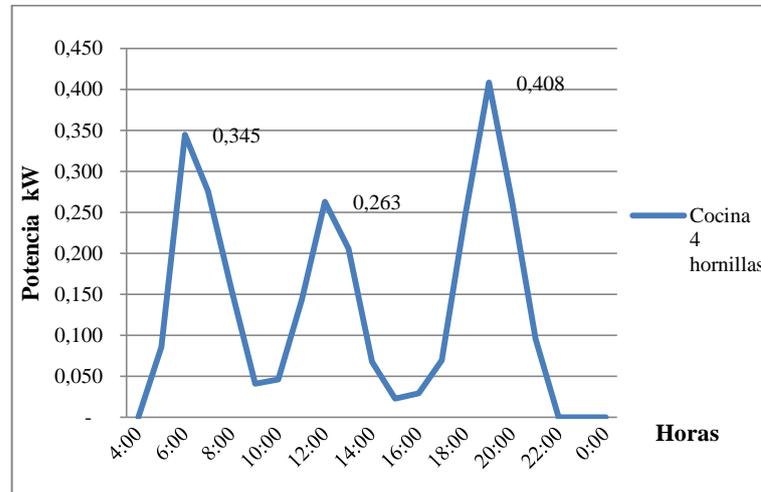
Horas	Factor hora pico	Cocina 4 hornillas (0,680 kW)	Cocina 2 hornillas (0,425 kW)
1:00	-	-	-
2:00	-	-	-
3:00	-	-	-
4:00	-	-	-
5:00	0,125	0,085	0,053
6:00	0,507	0,345	0,215
7:00	0,406	0,276	0,173
8:00	0,228	0,155	0,097
9:00	0,060	0,040	0,025
10:00	0,067	0,046	0,029
11:00	0,210	0,143	0,089
12:00	0,386	0,263	0,164
13:00	0,303	0,206	0,129
14:00	0,099	0,067	0,042
15:00	0,033	0,022	0,014
16:00	0,042	0,029	0,018
17:00	0,101	0,069	0,043
18:00	0,363	0,247	0,154
19:00	0,600	0,408	0,255
20:00	0,388	0,264	0,165
21:00	0,140	0,095	0,059
22:00	-	-	-
23:00	-	-	-

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 45 indica la curva de demanda diaria de una cocina de inducción.

La demanda pico se muestra a las 6:00 ,12:00 y 19:00 horas debido a la simultaneidad con la cual se preparan los alimentos (desayuno, almuerzo, merienda).

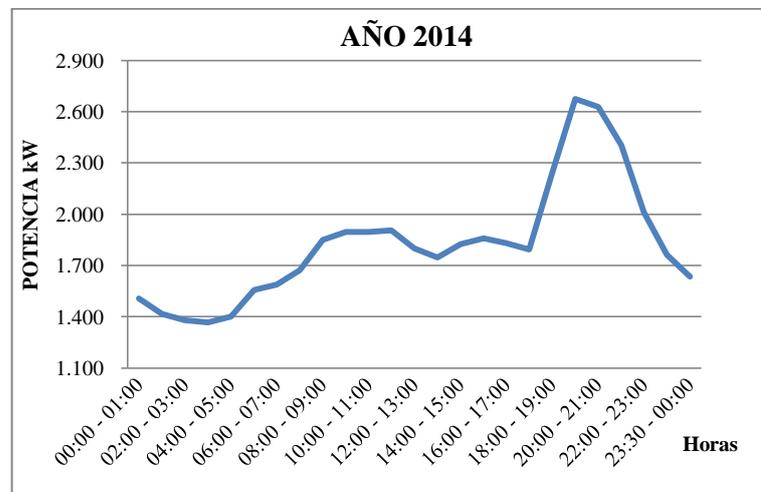
GRÁFICO 45; DEMANDA DIARIA DE LA COCINA DE INDUCCION



.ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 46 muestra la curva de demanda diaria del alimentador Picaihua sin la incorporación de las cocinas de inducción.

GRÁFICO 46; CURVA DE DEMANDA AÑO 2014



ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 55 muestra la proyección anual de potencia en el alimentador Picaihua con la carga de la cocina de inducción.

TABLA 55; PROYECCIÓN DE POTENCIA CON COCINAS DE INDUCCIÓN

HORA	AÑO 2014	AÑO 2015			AÑO 2016		
	kW	kW	Cocina Inducción		kW	Cocina Inducción	
			2Horn	4Horn		2Horn	4Horn
00:00-01:00	1506,8	1582,1	1582,1	1582,1	1661,2	1661,2	1661,2
01:00-02:00	1417,9	1488,8	1488,8	1488,8	1563,3	1563,3	1563,3
02:00-03:00	1378,4	1447,4	1447,4	1447,4	1519,7	1519,7	1519,7
03:00-04:00	1366,1	1434,4	1434,4	1434,4	1506,1	1506,1	1506,1
04:00-05:00	1402,1	1472,2	1472,2	1472,2	1545,8	1545,8	1545,8
05:00-06:00	1558,1	1636,0	1704,2	1745,1	1717,8	1930,4	2058,0
06:00-07:00	1588,3	1667,7	1943,2	2108,5	1751,1	2609,9	3125,2
07:00-08:00	1671,1	1754,7	1975,4	2107,8	1842,4	2530,5	2943,4
08:00-09:00	1848,4	1940,9	2064,8	2139,1	2037,9	2424,2	2665,9
09:00-10:00	1895,5	1990,2	2022,6	2042,0	2089,7	2190,7	2251,3
10:00-11:00	1897,7	1992,6	2029,2	2051,2	2092,2	2206,4	2274,9
11:00-12:00	1905,9	2001,2	2115,6	2184,2	2101,3	2457,9	2671,9
12:00-13:00	1801,2	1891,3	2101,3	2227,3	1985,8	2640,7	3033,6
13:00-14:00	1748,4	1835,9	200,5	2099,3	1927,6	2440,9	2748,8
14:00-15:00	1823,2	1914,4	1968,0	2000,2	2010,1	2177,3	2277,7
15:00-16:00	1857,6	1950,5	1968,5	1979,2	2048,0	2104,0	2137,6
16:00-17:00	1830,8	1922,3	1945,2	1958,9	2018,4	2089,8	2132,6
17:00-18:00	1793,7	1883,4	1938,5	1971,6	1977,5	2149,5	2252,7
18:00-19:00	2241,0	2353,0	2550,5	2669,1	2470,7	3086,5	3456,0
19:00-20:00	2673,7	2807,3	3133,5	3329,3	2947,7	3964,7	4574,8
20:00-21:00	2628,2	2759,6	2970,4	3096,9	2897,6	3554,8	3949,1
21:00-22:00	2404,3	2524,5	2600,6	2646,2	2650,7	2887,9	3030,3
22:00-23:00	2011,6	2112,2	2112,2	2112,2	2217,8	2217,8	2217,8
23:00-00:00	1635,4	1717,2	1717,2	1717,2	1803,0	1803,0	1803,0

ELABORADO POR: Investigadores.

Los datos del alimentador Picaihua se recolectaron mediante el centro de control de carga (CECON), a esto se adicionó el 5% de crecimiento de demanda y el 3% de incremento anual de usuarios.

Para realizar los gráficos de la proyección de demanda para los años 2015 y 2016 se utilizó la tabla 55, donde se pueden observar tres curvas:

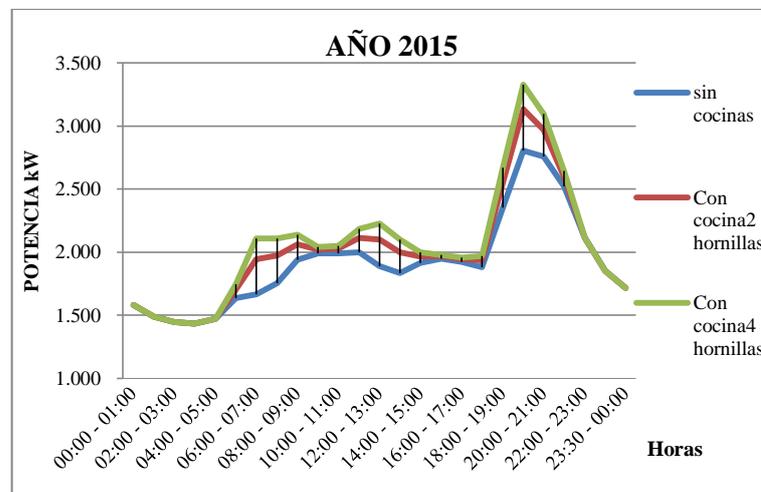
La curva de color azul “sin cocinas” representa la demanda de los usuarios en kW sin el uso de las cocinas de inducción.

La curva de color verde “Con cocina 4 hornillas” representa la demanda de los usuarios residenciales proyectada con la potencia de la cocina de inducción de 4 hornillas.

La curva de color rojo “Con cocina 2 hornillas” representa de demanda de los usuarios residenciales proyectada con la potencia de la cocina de inducción de 2 hornillas.

El gráfico 47 presenta la proyección de demanda al año 2015, con la incorporación de las cocinas de inducción en 1279 hogares de los usuarios residenciales del alimentador. Existe un pico máximo de 3133 kW para la cocina de inducción de 2 hornillas y 5329,3 kW para la cocina de 4 hornillas entre las 19:00 y 20:00 horas.

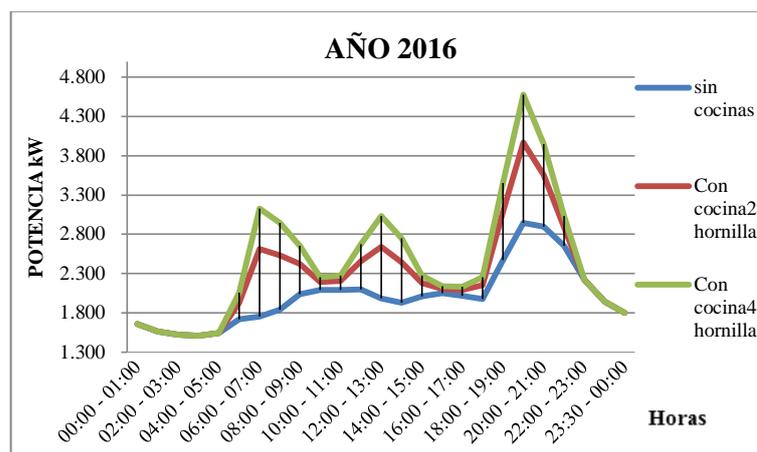
GRÁFICO 47; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2015



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 48 presenta la proyección de demanda al año 2016, con la incorporación de las cocinas de inducción en un total de 3988 hogares. Esto representa un total de 53% de usuarios del alimentador que ya la han adquirido.

GRÁFICO 48; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2016



ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 56 muestra la proyección anual calculada de potencia en el alimentador Picaihua con la carga de la cocina de inducción para los años 2017, 2018 y 2019.

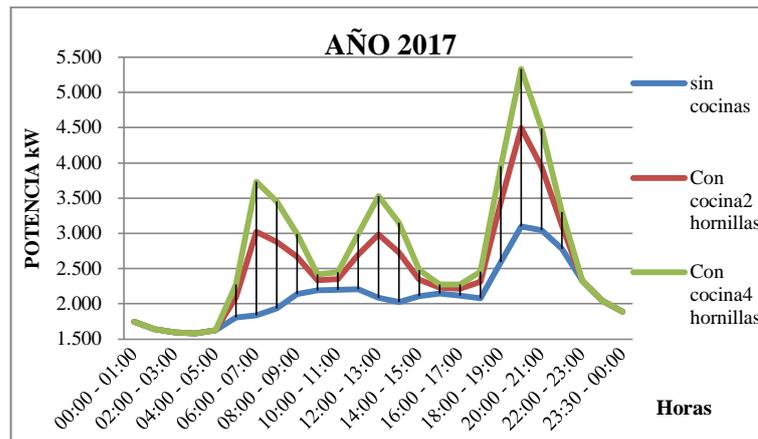
TABLA 56; PROYECCIÓN DE POTENCIA CON COCINAS DE INDUCCIÓN

HORA	AÑO 2017			AÑO 2018			AÑO 2019		
	kW	Cocina Inducc		kW	Cocina Inducc		kW	Cocina Inducc	
		2Hor	4Hor		2Horn	4Horn		2Horn	4Horn
01:00-02:00	1641,4	1641,4	1641,4	1723	1723,5	1723,5	1809	1809,7	1809,7
02:00-03:00	1595,7	1595,7	1595,7	1675	1675,5	1675,5	1759	1759,3	1759,3
03:00-04:00	1581,4	1581,4	1581,4	1660	1660,4	1660,4	1743	1743,5	1743,5
04:00-05:00	1623,1	1623,1	1623,1	1704	1704,3	1704,3	1789	1789,5	1789,5
05:00-06:00	1803,7	2096,6	2272,3	1893	2194,8	2375,3	1988	2317,5	2514,9
06:00-07:00	1838,6	3021,5	3731,3	1930	3145,9	3875,1	2027	3355,8	4153,1
07:00-08:00	1934,5	2882,3	3451,0	2031	3005,0	3589,3	2132	3197,5	3836,3
08:00-09:00	2139,8	2671,8	2991,1	2246	2793,4	3121,4	2359	2956,8	3315,3
09:00-10:00	2194,2	2333,3	2416,7	2303	2446,8	2532,5	2419	2575,3	2669,0
10:00-11:00	2196,8	2354,1	2448,5	2306	2468,3	2565,2	2422	2598,7	2704,7
11:00-12:00	2206,3	2697,5	2992,2	2316	2821,3	3194,1	2432	2984,2	3315,3
12:00-13:00	2085,1	2987,1	3528,2	2189	3116,0	3672,0	2298	3312,0	3919,9
13:00-14:00	2024,0	2731,0	3155,1	2125	2851,5	3287,3	2231	3025,6	3502,0
14:00-15:00	2110,6	2340,9	2479,2	2216	2452,8	2594,8	2326	2585,7	2740,9
15:00-16:00	2150,4	2227,6	2273,9	2257	2337,2	2384,8	2370	2457,5	2509,5
16:00-17:00	2119,4	2217,6	2276,6	2225	2326,3	2386,9	2336	2447,0	2513,2
17:00-18:00	2076,4	2313,3	2455,4	2180	2423,6	2569,6	2289	2555,3	2715,0
18:00-19:00	2594,2	3442,4	3951,3	2723	3595,3	4118,2	2860	3812,9	4384,5
19:00-20:00	3095,1	4495,8	5336,2	3249	4688,9	5552,4	3412	4985,7	5929,8
20:00-21:00	3042,5	3947,7	4490,8	3194	4124,6	4682,6	3354	4371,1	4981,2
21:00-22:00	2783,2	3110,0	3306,0	2922	3558,1	3459,5	3068	3435,5	3655,7
22:00-23:00	2328,7	2328,7	2328,7	2445	2445,2	2445,2	2567	2567,4	2567,4
23:00-00:00	1893,2	1893,2	1893,2	1987	1987,8	1987,8	2087	2087,2	2087,2

ELABORADO POR: Investigadores.

Para el año 2017 se entregarán 1505 cocinas de inducción para los usuarios residenciales del alimentador, con esto se llega a un año crítico debido a que se tiene una carga de potencia por las cocinas con más del 50%. De esta manera se observa que el pico máximo entre las 19:00 y 20:00 horas será de 4495,8 kW y 5336,2 kW para la cocina de inducción de 2 y 4 hornillas respectivamente. El grafico 49 se realizó con los datos calculados de la tabla 56.

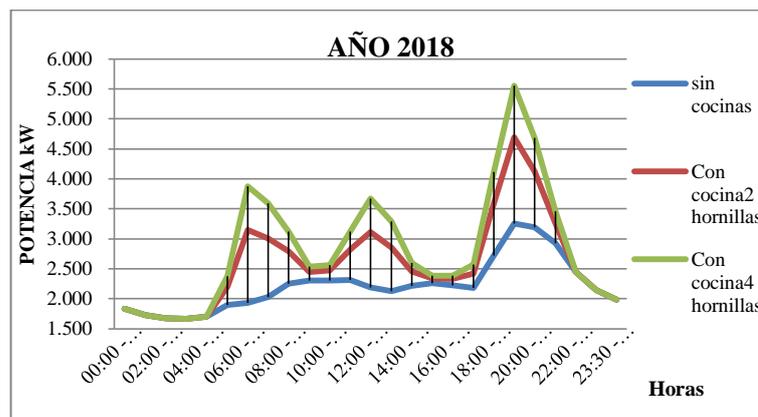
GRÁFICO 49; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2017



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 50 presenta la proyección de demanda al año 2018, con la incorporación de las cocinas de inducción en un total de 5643 hogares. Esto representa un total de 74,7% de usuarios del alimentador que ya la han adquirido. La potencia máxima proyectada será de 4688,9 kW para la cocina de 2 hornillas, mientras que 5552,4 kW para la cocina de 4 hornillas en la hora pico de la noche.

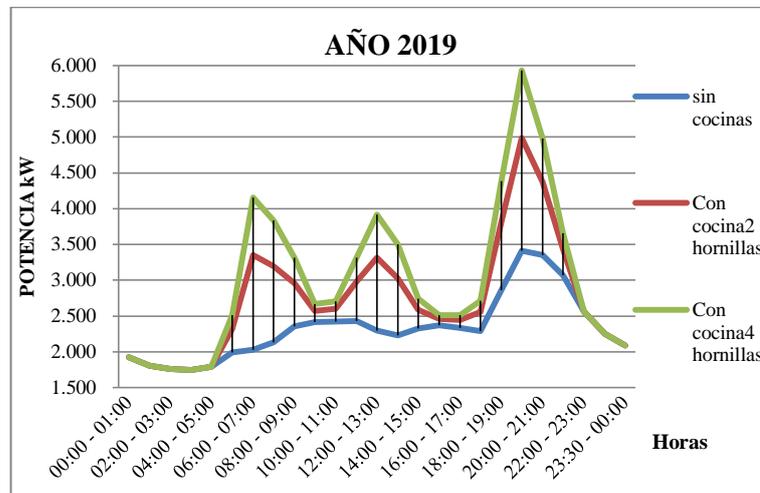
GRÁFICO 50; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2018



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 51 presenta la proyección de demanda al año 2019, con la incorporación de las cocinas de inducción en un total de 6170 hogares. Esto representa un total de 81,7% de usuarios del alimentador que ya la han adquirido. El pico máximo se produce de 19:00 a 20:00.

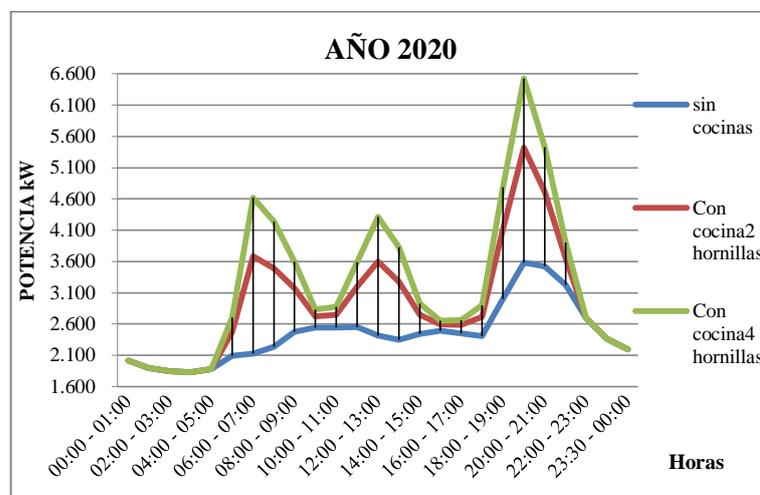
GRÁFICO 51; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2019



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 52 indica la proyección de demanda al año 2020, con la incorporación de las cocinas de inducción en un total de 7224 hogares. Esto representa un total de 95,7% de usuarios del alimentador que ya la han adquirido.

GRÁFICO 52; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2020



ELABORADO POR: Investigadores.

La tabla 57 muestra la proyección anual calculada de potencia en el alimentador Picaihua con la carga de la cocina de inducción para los años 2020, 2021 y 2022.

TABLA 57; PROYECCIÓN DE POTENCIA CON COCINAS DE INDUCCIÓN

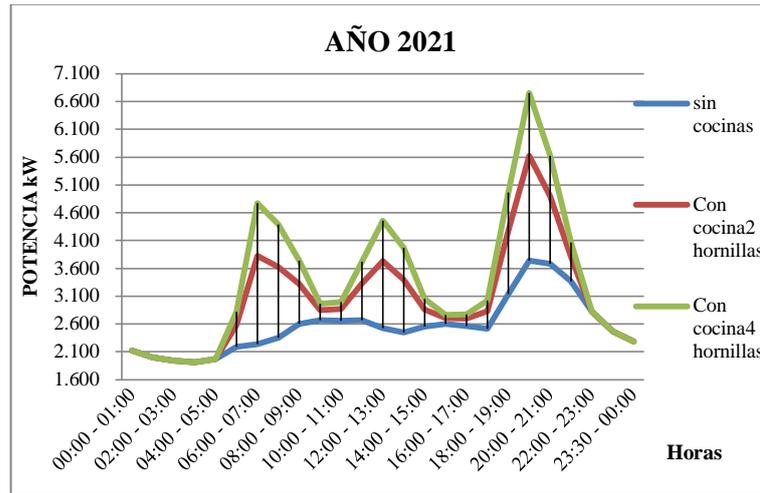
HORA	AÑO 2020			AÑO 2021			AÑO 2022		
	kW	Cocina Inducc		kW	Cocina Inducc		kW	Cocina Inducc	
		2Horn	4Horn		2Horn	4Horn		2Horn	4Horn
01:00-02:00	1900,2	1900,2	1900,2	1995	1995,2	1995,2	2094	2094,9	2094,9
02:00-03:00	1847,2	1847,2	1847,2	1939	1939,6	1939,6	2036	2036,6	2036,6
03:00-04:00	1830,6	1830,6	1830,6	1913	1913,0	1913,0	1999	1999,1	1999,1
04:00-05:00	1879,0	1879,0	1879,0	1972	1972,9	1972,9	2071	2071,5	2071,5
05:00-06:00	2088,0	2473,1	2704,2	2192	2585,5	2821,4	2302	2703,2	2943,9
06:00-07:00	2128,5	3684,1	4617,4	2234	3822,9	4775,7	2346	3967,0	4939,3
07:00-08:00	2239,4	3485,9	4233,7	2351	3623,8	4387,3	2469	3767,3	4546,4
08:00-09:00	2477,1	3176,7	3596,5	2600	3315,2	3743,7	2731	3459,8	3897,1
09:00-10:00	2540,1	2722,9	2832,6	2667	2853,8	2965,7	2800	2990,9	3105,2
10:00-11:00	2543,1	2750,0	2874,1	2657	2868,7	2995,4	2777	2992,6	3121,9
11:00-12:00	2554,1	3200,1	3587,6	2669	3328,5	3724,1	2789	3462,0	3865,7
12:00-13:00	2413,8	3599,9	4311,6	2522	3733,2	4459,7	2635	3871,4	4612,8
13:00-14:00	2343,1	3272,7	3830,5	2448	3397,5	3967,0	2558	3527,1	4108,1
14:00-15:00	2443,3	2746,2	2928,0	2553	2862,5	3048,0	2668	2983,7	3173,0
15:00-16:00	2489,4	2590,8	2651,7	2601	2705,0	2767,1	2718	2824,2	2887,6
16:00-17:00	2453,4	2582,7	2660,2	2563	2695,8	2774,9	2679	2813,8	2894,6
17:00-18:00	2403,7	2715,2	2902,1	2511	2829,9	3020,7	2624	2949,4	3144,1
18:00-19:00	3003,1	4118,5	4787,8	3138	4276,9	4960,1	3279	4441,4	5138,5
19:00-20:00	3583,0	5425,0	6530,2	3744	5624,6	6752,8	3912	5831,5	6982,7
20:00-21:00	3522,1	4712,4	5426,6	3680	4895,7	5624,8	3846	5086,1	5830,1
21:00-22:00	3222,0	3651,6	3909,4	3366	3805,6	4068,7	3518	3966,0	4234,6
22:00-23:00	2695,8	2695,8	2695,8	2817	2817,1	2817,1	2943	2943,9	2943,9
23:00-00:00	2191,6	2191,6	2191,6	2290	2290,2	2290,2	2393	2393,3	2393,3

ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 53 presenta la proyección de demanda al año 2021, con la incorporación de las cocinas de inducción en un total de 7374 hogares. Esto representa un total de 98% de usuarios del alimentador que ya la han adquirido.

A partir de este año 2021 se proyecta distribuir las cocinas a los usuarios residenciales restantes, de los sectores más alejados del alimentador ya mencionado. Se planea entregar 150 cocinas de inducción.

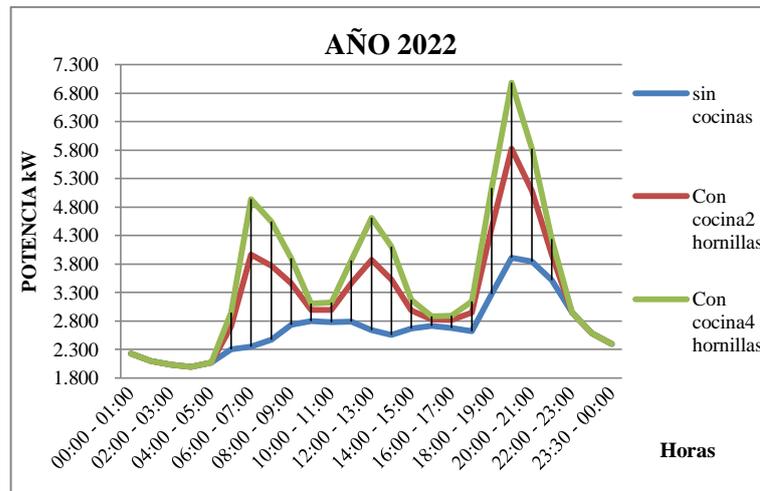
GRÁFICO 53; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2021



ELABORADO POR: Investigadores.

En el año 2022 se pretende llegar a un 99% de usuarios residenciales entregando 150 cocinas de inducción con un total acumulado de 7525 usuarios que ya dispongan de dicha cocina, en donde se proyecta un pico máximo de 5831,5 kW y 6982,7 kW entre las 19:00 y 20:00 horas con las cocinas de 2 y 4 hornillas respectivamente.

GRÁFICO 54; PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2022



ELABORADO POR: Investigadores.

3.12 Alternativa de solución

3.12.1 Aumento de potencia en transformadores

Para que los usuarios puedan utilizar las cocinas de inducción se necesitará cambiar la potencia de cada centro de transformación con otros que abastezcan la nueva potencia que se demandará con las cocinas de inducción; para la cual se verificó que la potencia a utilizarse por usuario sería en promedio de 1,623 kVA detallada en la ecuación 5, utilizados por cocina de inducción con lo que se elaboró la tabla 58 cambiando de esta manera la potencia establecida para cierto número de usuarios residenciales dada por las guías de diseño de la EEASA. .

TABLA 58; POTENCIA A INCREMENTARSE POR TRANSFORMADOR

Selección				Potencia a incrementarse			
Usuarios		Transformador		Cocina inducción		Transformador	
Tipo	Nº	Nº Fases	Capacidad (kVA)	Cocina kVA	Usuarios * kVA Cocina	Total (kVA)	3 φ
A	15	3	25	1,623	24,35	37,96	45
	35	3	50	1,623	56,81	82,16	100
B	10	1	15	1,623	16,23	24,02	30
	22	1	25	1,623	35,71	46,7	50
	35	1	37,5	1,623	56,81	72,55	75
	54	3	50	1,623	87,66	105,89	112,5
C	20	1	15	1,623	32,46	36,51	45
	40	1	25	1,623	64,93	69,18	75
	50	3	30	1,623	81,16	85,51	100
	60	3	45	1,623	97,39	109,53	112,5
D	12	1	5	1,623	19,48	18,83	25
	20	1	10	1,623	32,46	32,67	37,5
	39	1	15	1,623	63,31	60,24	75

ELABORADO POR: Investigadores.

3.12.2 Rediseño de demanda para los tipos de usuarios.

En la tabla 59 se presenta el rediseño para el tipo de usuario en donde se considera la nueva demanda de energía eléctrica de 100 kWh mensuales que se establece según el MEER, con la inclusión de la cocina de inducción y calentadores de agua, para lo cual se prevé una nueva tabla de tipo de usuario en donde se incrementa los rangos de consumo mensual.

TABLA 59; NUEVO TIPO DE USUARIO SIN SUBSIDIO

Tipo	Descripción
A	Grupos compactos de habitantes, o que tengan un consumo superior 351 kWh.
B	Grupos compactos de habitantes, o que tengan un consumo específico de 251 kWh a 351 kWh.
C	Zonas de grupos compactos de habitantes que tengan un consumo específico de 151 a 250 kWh.
D	Urbanizaciones o grupos compactos de habitantes, o que tengan un consumo específico de 61 a 150 kWh.

ELABORADO POR: Investigadores.

3.12.3 Conductor a utilizarse para redes en el alimentador Picaihua.

Para la mejora de la calidad de energía en las redes de distribución con la inclusión de las cocinas de inducción se debe aumentar el calibre de conductor en las redes de medio y bajo voltaje para que puedan soportar la corriente que estas producirán.

En las guía de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. se tiene la tabla 60 en el cual indica el tipo y calibre de conductor mínimo y máximo admisible para el tendido de las redes eléctricas primarias y secundarias que se utilizan.

TABLA 60; CALIBRES DE CONDUCTOR

Redes	Tipo de conductor	Calibre (AWG o MCM)	
		Min	Max
Primarias	ACSR	1/0	266,8
Secundarias	ACSR	2	2/0
	Preensamblado	3*2+1/0 2*2+1/0	3*2/0+1/0 2*2/0+1/0

FUENTE: Guía de diseño EEASA parte III.

Para realizar instalaciones y tendidos eléctricos de redes se tiene la tabla 61 en la cual se especifica los parámetros de los conductores para medio y bajo voltaje.

TABLA 61; ESPECIFICACIONES DE LOS CONDUCTORES

Calibre	Diámetro	Peso cu total aprox	# de hilos	Peso total aprox	Capacidad conducción
AWG	Mm	Kg/Km		Kg/Km	Amp
2	7,41	304,13	36	899,33	195
1/0	9,45	485,31	36	1202,82	260
2/0	10,65	610,72	36	1409,75	300
3/0	11,95	769,95	36	1664,08	345

FUENTE: Cablec Phelps Dodge del Ecuador.

ELABORADO POR: Investigadores.

Después de los estudios realizados con la cocina de inducción, y trasladando los datos obtenidos a la simulación en el software Cymdist, luego de realizar una corrida de flujo aumentando paulatinamente por centro de carga las nuevas potencias incluyendo la carga de la cocina de inducción, nos dio como resultado que se sobrecargaban las redes, como se muestra en la tabla 62.

TABLA 62; TRAMOS SOBRECARGADOS

Tramos sobrecargados	
Nombre	Fase
PICA344	ABC
PICA751	A
PICA1267	B
PICA592	C

ELABORADO POR: Investigadores

Debido al aumento de cargas en el alimentador, se debe cambiar las redes que son monofásicas a bifásicas o a su vez por trifásicas y así poder llegar a los medidores bifásicos que se van a instalar. Para lo cual se debe aumentar el calibre de conductor al inmediato superior, para que pueda tolerar la nueva corriente que circulara por los mismos.

La tabla 63 presenta las longitudes, calibres y conductores a adecuarse para la incorporación de la cocina de inducción en los hogares de los usuarios del alimentador Picaihua.

TABLA 63; CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR A APLICAR

Redes de distribución existente		Red proyectada de distribución	
Tipos de red	Longitud en (m)	Tipos de red	Longitud en (m)
Conductor 2 ACSR		Conductor 1/0	
Trifásico	8767,7	Trifásico	8767,7
Bifásico AB	1552,2	Bifásico AB	1552,2
Bifásico AC	499,1	Bifásico AC	499,1
Monofásico A	7763,7	Bifásico	7763,7
Monofásico B	13371,9	Bifásico	13371,9
Monofásico C	14284,7	Bifásico	14284,7
Conductor 2/0 ACSR		Conductor 2/0 ACSR	
Trifásico	3035,3	Trifásico	3035,3
Conductor 4 ACSR		Conductor 2 ACSR	
Trifásico	162,4	Trifásico	162,4
Monofásico A	2791,4	Bifásico	2791,4
Monofásico B	4805,3	Bifásico	4805,3
Monofásico C	4073,3	Bifásico	4073,3
Conductor 8 ACSR		Conductor 6 ACSR	
Monofásico B	67,9	Bifásico	67,9
Conductor 1/0ACSR		Conductor 2/0ACSR	
Trifásico	7795,9	Trifásico	7795,9
Bifásico AB	34,4	Bifásico AB	34,4
Monofásico A	184,6	Bifásico	184,6
Monofásico B	580,4	Bifásico	580,4
Monofásico C	5561,1	Bifásico	5561,1
Conductor 266ACSR		Conductor 266ACSR	
Trifásico	1566,4	Trifásico	1566,4

ELABORADO POR: Investigadores.

Nota: Para las redes bifásicas se puede utilizar transformadores monofásicos a tres hilos de 240 V o trifásicos a 220 V para el caso de este alimentador.

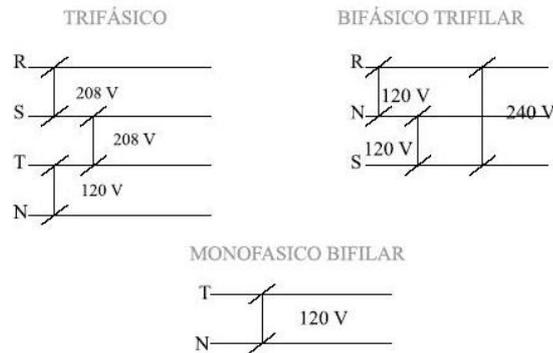
3.12.4 Transformadores a utilizarse.

Monofásicos trifilar a 120/240 voltios \pm 5% o tomado de un sistema trifásico a 208/120 voltios \pm 5%.

Trifásico a 127/220 voltios \pm 5% mediante acometida de cuatro conductores conectados a las tres fases y el neutro.

El gráfico 55 muestra la configuración de las redes para los diferentes voltajes de suministro.

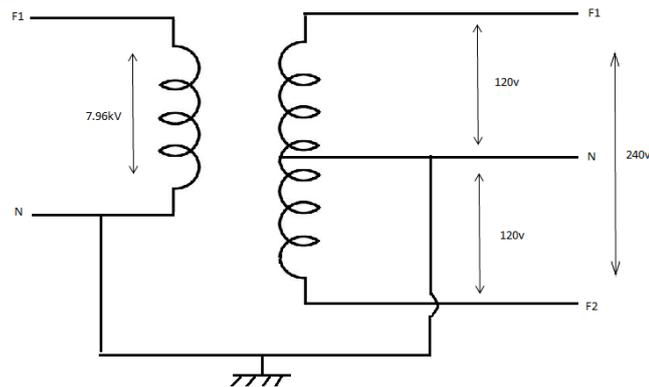
GRÁFICO 55; REDES DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: <https://sites.google.com/site/labmediup/temas-de-la-unidad/pl-7-medicion-de-potencia/7-4-teoria-y-tecnica>.

El gráfico 56 muestra la configuración del transformador monofásico a 3 hilos, este transformador tiene 2 fases y el neutro conectado a la tierra, además el voltaje que obtiene a la salida del transformador es de 120 V, 240 V.

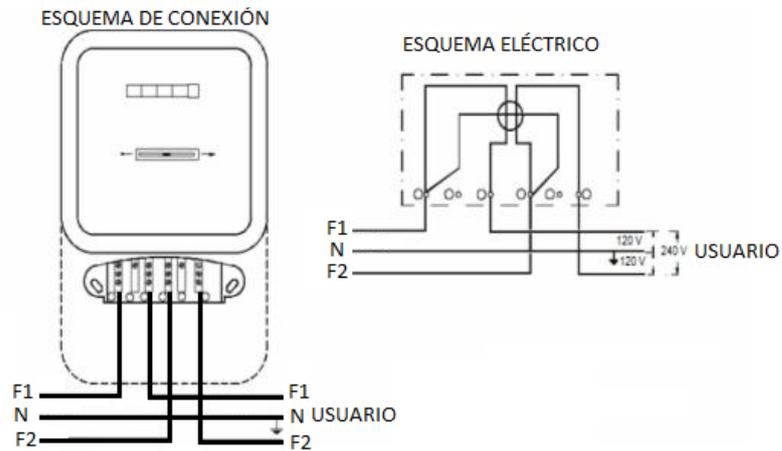
GRÁFICO 56; TRANSFORMADOR MONOFÁSICO A 3 HILOS



ELABORADO POR: Investigadores.

El gráfico 57 muestra el esquema conexión, el esquema eléctrica del medidor monofásico trifilar (3 hilos), el registro del consumo de una acometida monofásica de fase partida (120/240 V) donde se tienen dos conductores activos y un neutro.

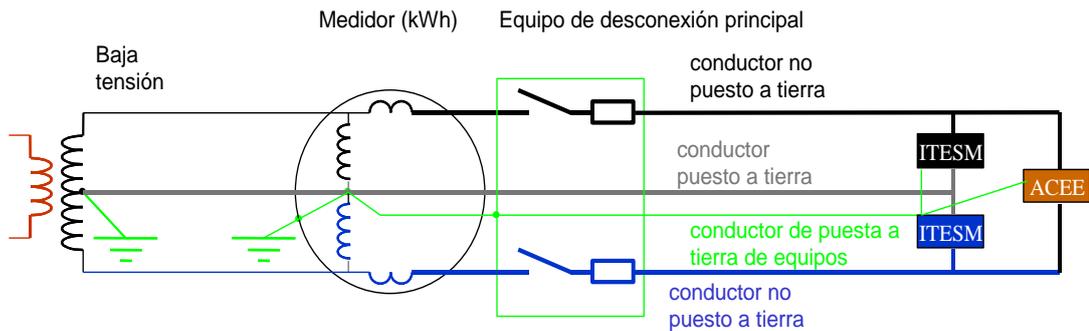
GRÁFICO 57; MEDIDOR MONOFÁSICO 3 HILOS



FUENTE: <https://sites.google.com/site/labmediup/temas-de-la-unidad/pl-7-medicion-de-potencia/7-4-teoria-y-tecnica>.

El gráfico 58 muestra el diagrama de conexiones de un sistema monofásico de tres hilos a partir del equipo de desconexión principal, incluyendo un tablero de circuitos derivados que alimente a las dos cargas de 120 V y a la de 240 V.

GRÁFICO 58; SISTEMA MONOFÁSICO A TRES HILOS



FUENTE: Tierras eléctricas, Armando Llamas, Jorge de los Reyes, Jesús Baez, Innovación Editorial Lagares, Monterrey, 2005

Nota: ITESM representa una carga monofásica conectada a 120 V y ACEE es una carga monofásica a tres hilos conectada a 240 V.

CONCLUSIONES

- Por efecto del incremento de la demanda se produce en el sistema la necesidad de considerar el cambio de transformadores de potencia, incorporación de nuevas redes y cambio de calibre de conductores para la distribución entre los años 2016 y 2022, adicional a la repotenciación de la subestación Oriente tomando en cuenta la carga del aumento de la demanda del resto de alimentadores existentes en el mismo.
- La cocina de inducción es más eficiente que la cocina que funciona a gas, ya que la olla cierra el campo magnético es decir funciona como elemento generador de calor y esto produce que no exista pérdidas de transferencia de calor lo cual hace que los alimentos se cocinen de una manera más rápida.
- La inclusión masiva de las cocinas de inducción en el Ecuador se lo va a hacer desde el año 2015 ya que se tiene que cambiar la estructura eléctrica como son los medidores y redes de 110 a 220 Voltios para que puedan funcionar estas cocinas. Para lo cual también van a entrar en funcionamiento nuevas centrales de generación según lo planificado por el gobierno.
- La sustitución total de cocinas de gas por cocinas de inducción representa al menos un 40% de aumento en la demanda de energía para el alimentador Picaihua y por ende a la subestación.
- Con la inclusión masiva de las cocinas de inducción se podrá focalizar de mejor manera el subsidio a la energía destinada para la cocción de alimentos, se subsidiará 80 kWh/mes durante tres años, y para los años próximos se pagará 4 centavos de dólar por kWh, con lo cual se tendrá que pagar menos que por el consumo del cilindro de gas a precio internacional.
- El uso de las cocinas de inducción tiene un mayor impacto en los "tres picos" de la curva de demanda diaria debido a que se producen a las mismas horas del día por la cocción de alimentos, perjudicando al factor de carga de los transformadores y al óptimo funcionamiento del sistema eléctrico de potencia.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de las condiciones de las instalaciones eléctricas de los hogares donde se vayan a utilizar las cocinas de inducción, ya que el amperaje que consumen puede sobrecargar dichas instalaciones y causar problemas como activación de breakers o sobrecalentamiento de los conductores.
- Verificar que las cocinas de inducción fabricadas en Ecuador cumplan todos los parámetros de eficiencia, calidad y seguridad, según las normativas eléctricas establecidas por el INEN y el CONELEC.
- Establecer, que para el tipo de cocina de inducción que se manufacturará en Ecuador o se importen, se cumplan con una distorsión de armónicos en la corriente inferior al 10 %; que tenga un factor de potencia entre 0,95 y 1 en el caso de las cocinas de inducción de 2 o más hornillas el voltaje de operación sea de 220 voltios cumpliendo las normas establecidas.
- Dimensionar los calibres de conductores, transformadores y protecciones necesarios para la correcta operación del sistema en especial en las horas pico donde se utilizara la cocina de inducción.
- Socializar normas sobre el correcto manejo de las cocinas de inducción en cada sector para que no existan inconvenientes en su uso para la preparación de alimentos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Acometidas.- Es la derivación desde la red de distribución de la empresa suministradora hacia la edificación o propiedad donde se hará uso de la energía eléctrica.

Armónicos triplens.- Son los armónicos provocan una baja calidad en el suministro de la energía eléctrica.

Bobinas de reactancia.- Son destinadas para compensación en las redes que presentan voltajes armónicas y sobre todo, sirven de protección de los compensadores.

Carga lineal.- Es lineal cuando hay una correspondencia lineal entre la intensidad eléctrica (amperios) y el voltaje que se le aplica.

Carga no lineal.- Es cuando la corriente de carga no es proporcional al voltaje.

Eficiencia.- Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado con el mínimo de recursos posibles viable.

Factor de potencia.- Es el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura.

Inversor.- La función es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna.

Menaje.- Conjunto de utensilios de cocina.

Placas de inducción.- Es un electrodoméstico utilizado para cocinar y calentar alimentos.

Revenido.- Tratamiento térmico a baja temperatura que se realiza normalmente después un proceso de temple.

Resistencia.- Es la igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor.

Temple.- El temple es un proceso de calentamiento seguido de un enfriamiento rápido para conseguir mayor dureza y resistencia mecánica del acero.

SIGLAS

A_{1h}	=	Armónico de corriente.
A	=	Unidad de corriente (Amperios).
ACSR	=	Conductor de aluminio reforzado de Acero.
AP	=	Alumbrado público.
A_{rms}	=	Intensidad de corriente con valor medio cuadrático.
AWG	=	Diámetro de cable norteamericano.
Ce	=	Cargas especiales (cocina de inducción).
CECON	=	Centro de Control de Carga.
cm	=	Unidad de medida de longitud (centímetros).
CONELEC	=	Consejo Nacional de Electricidad.
ctvs/kWh	=	Centavos por cada kilo vatio hora.
DD	=	Demanda de diseño.
D_{max}	=	Demanda Máxima.
DM_p	=	Demanda diversificada proyectada.
DMU	=	Demanda máxima unitaria.
DMU_p	=	Demanda máxima unitaria proyectada.
E	=	Energía.
EEASA	=	Empresa eléctrica Ambato sociedad Anónima.
F_d	=	Factor de diversificación.
f_p	=	Factor de potencia.
GLP	=	Gas licuado de Petróleo.
GWh	=	Unidad de energía (gigawatthora).
H	=	Unidad de tiempo (horas).
Hz	=	Es la unidad de medida de la frecuencia (Hertz).
kg	=	Unidad de medida de peso (kilogramos).
KHz	=	Unidad de medida de frecuencia (Kilo Hertz).
Km	=	Unidad de medida de longitud (kilómetros).

kV	=	Unidad de medida de voltaje (Kilovoltios).
kVA	=	Unidad de medida de Potencia (Kilovoltamperio).
kVA/día	=	Unidad de medida de Potencia (Kilovoltamperio día).
kVAr	=	Unidad de medida de Potencia (Kilovoltamperioreactivo)
kVA/mes	=	Unidad de medida de Potencia (Kilovoltamperio mes).
kW	=	Unidad de medida de Potencia (Kilovatio)
kWh	=	Unidad de medida de energía (Kilovatio hora).
kWh/mes	=	Unidad de medida de energía mes (Kilovatio hora mes).
LC	=	Inductivo capacitivo.
mcm	=	Miles de Circular Mils.
MEER	=	Ministerio de electricidad y energía renovable.
min	=	Unidad de medida de tiempo (minutos).
MW	=	Unidad de medida de potencia (Megavatio)
MWh	=	Unidad de medida de energía (Megavatio hora).
P	=	Potencia.
PNBV	=	Plan Nacional del Buen Vivir.
p.u	=	Relación entre esta cantidad y la cantidad base (por unidad).
rms	=	Es el valor medio cuadrático.
S	=	Potencia Activa.
S.A.	=	Sociedad anónima.
t	=	Tiempo.
Tipo(A,B,C,D)	=	Tipos de usuarios.
THD	=	Distorsión total Armónica.
V	=	Unidad de mediada de voltaje (voltios).
V rms	=	Intensidad de corriente con valor medio cuadrático.
W	=	Unidad de medida de potencia (vatio).
1φ, 2φ, 3φ	=	Número de fases Monofásico, Bifásico, Trifásico.

Referencias bibliográficas:

Bibliografía Citada:

- BISQUERRA, R. “El Método Inductivo”. En: Clasificación de los Métodos de Investigación. Primera edición. Barcelona: CEAC, 2007. p 62
- CAMPOS OCAMPO, Melvin. “Investigación de campo”. En: Métodos Y Técnicas de Investigación Académica. Primera edición. Costa Rica, 2009. p 17.
- CAMPOS OCAMPO, Melvin. “Investigación descriptiva”. En: Métodos Y Técnicas de Investigación Académica. Primera edición. Costa Rica, 2009. p 18.
- GERIN, Merlin. “Armónicos e interarmónicos”. En: La calidad de la energía eléctrica. Segunda Edición. Barcelona: Schneider Electric España S.A, 2009. p 10.
- HUESO, Andrés y CASCANT, Josep M^a. “La Encuesta”. En: Métodos y Técnicas Cuantitativas de Investigación. Primera Edición. Valencia: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, 2012. p 21. ISBN: 978-84-8363-893-4.
- LAUFGANG, Sergio G. “Calentamiento por inducción” en curso de inspectores de soldadura (Primera edición) (ed). termo soldex .Buenos Aires, 2010 S. A. p18.
- TAMAYO Y TAMAYO, Mario. “Método Experimental”. En: La Investigación Científica. Tercera Edición. Santa Fe de Bogotá: ARFO EDITORES LTDA, 1999. p 45. ISBN: 958-9279-13-9
- VARGAS CORDERO, Zoila Rosa. “La investigación aplicada”. En: La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con Evidencia. Primera edición. Costa Rica: REDALYC, 2009. p 159. ISSN: 0379-7082
- YEBRA MORÓN, Juan Antonio “Definición de un sistema de distribución” En: Sistemas Eléctricos de Distribución. Primera edición. México Reverté, 2009. p 2. ISBN: 978-607-7815-00-6 México

Bibliografía Consultada:

- ALBORNOZ VINTIMILLA, Esteban “Rendición de cuentas 2011 Ministerio de Electricidad y Energía renovable”. Informe inédito. Quito Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. 2011.
- CYME INTERNATIONAL T&D, Cymdist 4.7, Power Engineering Software Solutions, Manual de Referencia 2007.
- EEASA, Guías de Diseño, ISO 9001:2000
- Jumaira-pimentel-3840 “La Investigación científica” [en línea]. Ary, Jacobs y Razavieh. Investigación Descriptiva, 1989[ref. de 25 Noviembre 2013]. Disponible en web:
<<http://es.scribd.com/doc/33936895/Investigacion-Descriptiva>>.
- Karolynne Gardim “Desventajas de la cocina de inducción” [en línea]. Mercedes Martínez. Cocina de Inducción, 22 de Enero del 2010[ref. de 3 Octubre 2013]. Disponible en web:
<http://www.ehowenespanol.com/desventajas-cocina-induccion-lista_15>.
- Rltp “Desarrollo del Trabajo” [en línea]. Arturo Zarens. Cocina de Inducción, Abril 2011 [ref. de 2 Octubre 2013]. Disponible en web:
<<http://www.buenastareas.com/ensayos/Cocina-De-Induccion/3801.html>>.

ANEXOS

- ANEXO N°1: Ficha de encuestas a los usuarios del alimentador Picaihua**
- ANEXO N°2: Ubicación demográfica de la subestación oriente**
- ANEXO N° 3: Alimentador Picaihua**
- ANEXO N°4: Elementos para el funcionamiento de cocinas eléctricas de inducción**
- ANEXO N° 5: Pruebas con la cocina de inducción Kalley**
- ANEXO N° 6: Pruebas con la cocina de inducción Duxtop**
- ANEXO N° 7: Subestación Oriente**
- ANEXO N° 8: Procedimiento para el ingreso de la carga de la cocina de inducción en Cymdist**

**ANEXO N° 1: FICHA DE ENCUESTAS A LOS USUARIOS DEL
ALIMENTADOR PICAIHUA**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Los postulantes del proyecto, solicitamos muy comedidamente se digne contestar la presente encuesta con la más alta veracidad.

OBJETIVO

La presente encuesta tiene como objetivo recopilar información en tiempo real para el emprendimiento de un proyecto del estudio de la proyección y determinación del crecimiento de la demanda por tipo de usuario, con la inclusión de la cocina de inducción en el alimentador Picaihua a 13,8 kV de la Subestación Oriente, perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

INDICACIONES

Dígnese en marcar con una (X) de acuerdo a su criterio, el siguiente listado de ítems.

1.- ¿Qué tipo de cocina utiliza usted para la cocción de alimentos?

Cocina a gas

Cocina eléctrica

Cocina a leña (fogón)

2.- ¿Usted cuántas horas diarias utiliza la cocina a gas para la cocción de alimentos?

2

4

6

8

3.- ¿Cuánto conoce acerca de las cocinas de inducción?

Mucho Poco Nada

4.- ¿Cree usted que con la inclusión de la cocina de inducción aumentara el costo de la planilla mensual de energía eléctrica?

Mucho

Poco

Desconozco

5.- ¿Usted qué tipo de cocina de inducción estará en capacidad de adquirir?

Sabiendo que:

2 hornillas que cuestan aproximadamente 150 usd

3 hornillas que cuestan aproximadamente 570 usd

4 hornillas que cuestan aproximadamente 745 usd

4 hornillas y horno que cuestan aproximadamente 1600usd

6.- En su casa habitualmente qué tipo de alimentación diariamente prepara.

Desayuno

Almuerzo

Merienda

7.- Señale el período de tiempo que usted utiliza la cocina a gas para preparar los alimentos.

Desayuno desde..... hasta.....

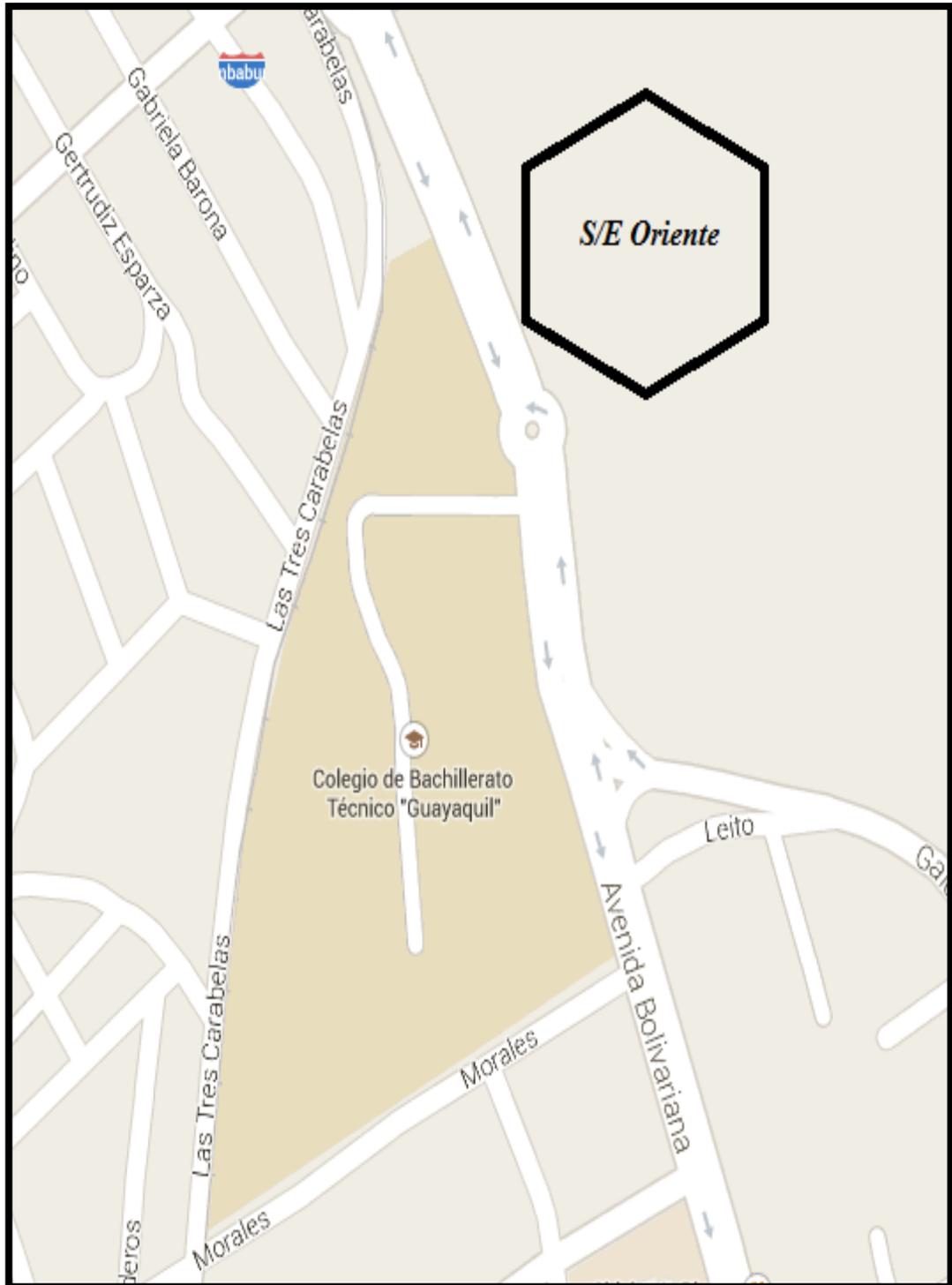
Almuerzo desde.....hasta.....

Merienda desde.....hasta.....

¡GRACIAS POR SU TIEMPO!

ANEXO N° 2: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE

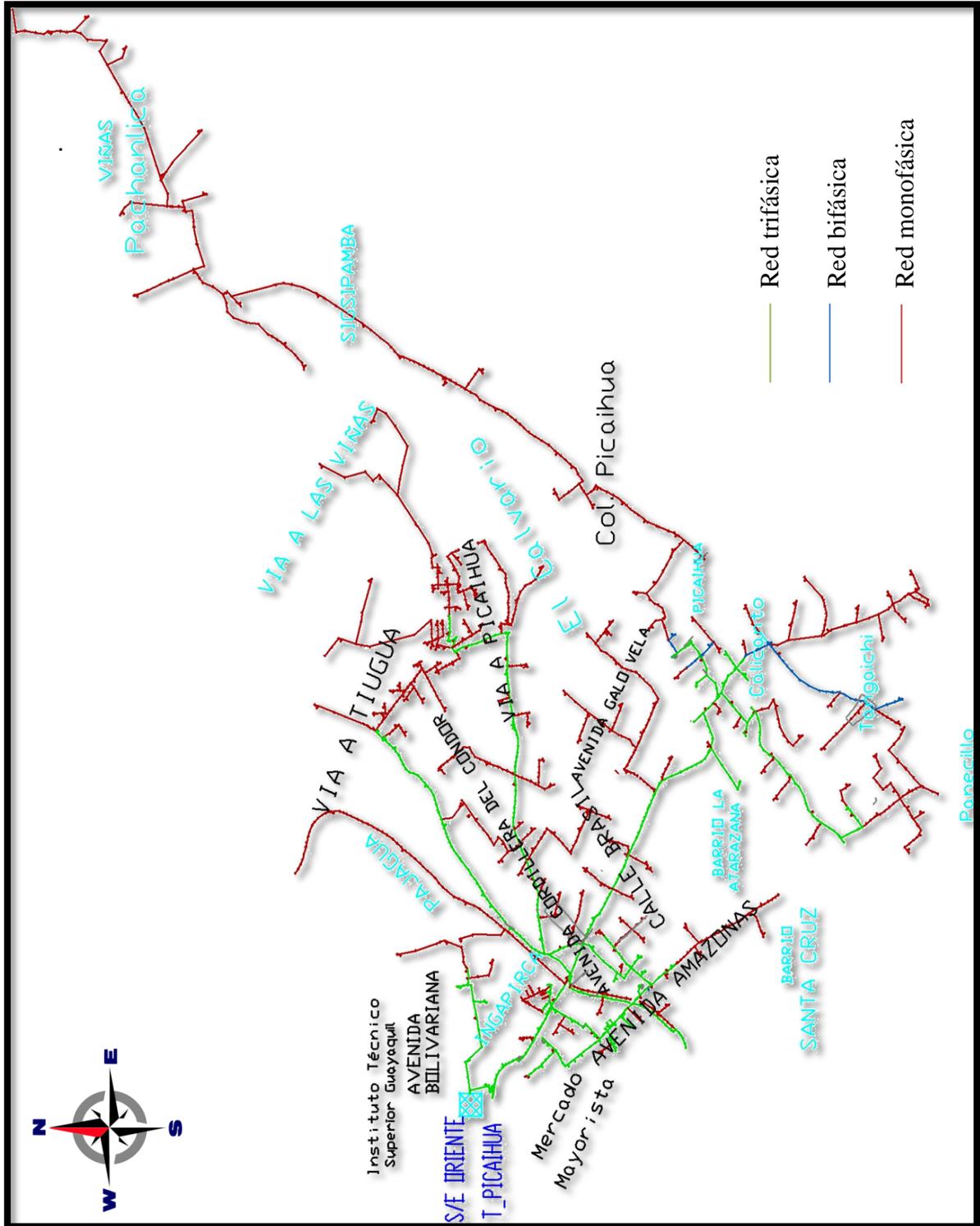
La subestación Oriente se encuentra ubicada frente al colegio Técnico Guayaquil en la Av. Bolivariana (entrada a Picaihua).



FUENTE: <https://maps.google.com.ec/>

ANEXO N° 3: ALIMENTADOR PICAIHUA

El alimentador Picaihua tiene un total de 76,897 km en redes eléctrica, las cuales se indican en el gráfico, divididas en red trifásica tiene 21,327 km, red bifásica tiene 2,085 km y red monofásica tiene 53,454 km.

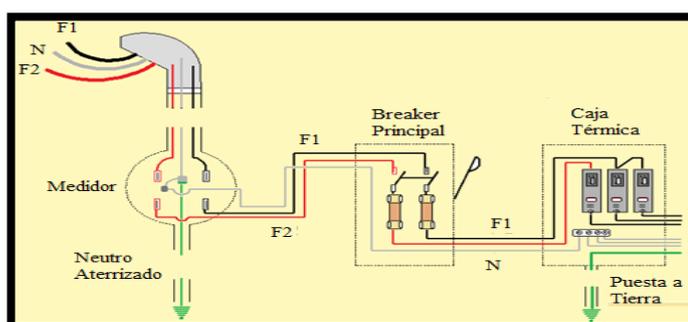


FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.

ANEXO N° 4: INSTALACIÓN DOMICILIARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

Instalación desde la red de bajo voltaje

La acometida debe tener dos fases más el neutro suministrado desde la red de bajo voltaje hasta llegar al medidor, luego de eso es necesario colocar un breaker principal, y en la caja térmica se debe colocar un breaker que sea solo para el circuito eléctrico de la cocina de inducción como se indica a continuación.

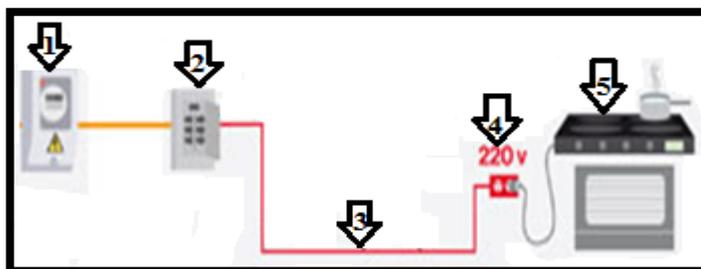


FUENTE:<http://iguerrero.wordpress.com/>

Instalación desde el medidor hasta la salida del toma corriente

La conexión para los domicilios se debe realizar desde la salida del medidor, la caja térmica y la instalación eléctrica con un conductor de calibre #10 para las fases y el neutro un conductor de calibre # 12, para que soporte la corriente generada por la cocina de inducción. El breaker para la caja térmica debe ser bipolar de 30 amperios. Finalmente para la instalación se debe utilizar un tomacorriente de 220(v) para la conexión con el enchufe de la cocina.

- | | | | |
|---|--------------|---|-----------------------|
| 1 | Medidor | 4 | Toma corriente (220v) |
| 2 | Caja térmica | 5 | Cocina de inducción |
| 3 | Conductores | | |



FUENTE:<http://iguerrero.wordpress.com/>

ANEXO N° 5: PRUEBAS CON LA COCINA DE INDUCCIÓN KALLEY



ELABORADO POR: Investigadores

Cocina de inducción Kalley conectada al analizador de red, mientras estaba en funcionamiento. Los datos registrados se muestran en el capítulo II en las tablas 26 y 27 páginas 58 y 60 respectivamente.



ELABORADO POR: Investigadores

ANEXO N° 6: PRUEBAS CON LA COCINA DE INDUCCIÓN DUXTOP



ELABORADO POR: Investigadores

Cocina de inducción Duxtop conectada al analizador de red mientras está en funcionamiento Los datos registrados se muestran en el capítulo II en las tablas 26 y 28 páginas 58 y 60 respectivamente.



ELABORADO POR: Investigadores

ANEXO N° 7: SUBESTACIÓN ORIENTE
PARÁMETROS DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE



ELABORADO POR: Investigadores

ALIMENTADORES
DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE



ELABORADO POR: Investigadores

SALIDA ALIMENTADOR ELÉCTRICO PICAIHUA



ELABORADO POR: Investigadores

SALIDA AÉREA DE LA RED DEL ALIMENTADOR PICAIHUA

La salida de red la subestación es subterránea hasta llegar al poste ubicado en la acera y de ahí parte con red trifásica para electrificar todo a la Parroquia Picaihua



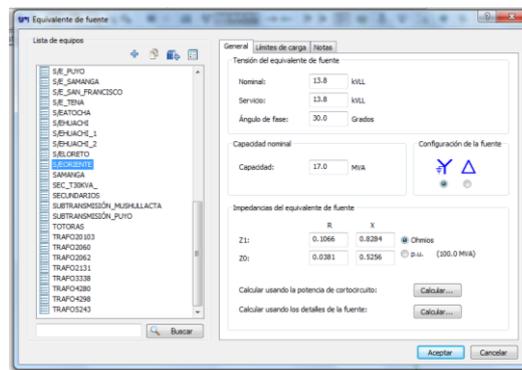
ELABORADO POR: Investigadores

ANEXO N° 8: PROCEDIMIENTO PARA EL INGRESO DE LA CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN EN CYMDIST

Distribución de carga sin cocinas

Se realizará la distribución de carga en función de la demanda máxima en la red de medio voltaje, según el “Procedimiento para el cálculo de pérdidas y análisis de la red de medio voltaje” homologado por el MEER, mediante el uso del módulo de distribución de carga de CYMDIST básico.

INGRESO DE LA BASE DE DATOS

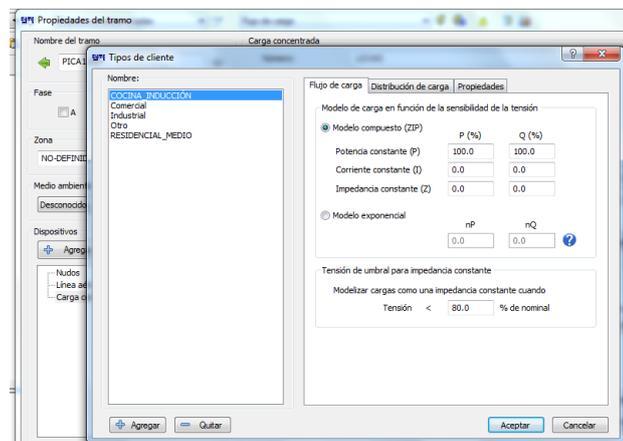


FUENTE: CYMDIST

CREACIÓN DE TIPO DE CLIENTE

Mediante el uso del CYMDIST, se crearán 2 tipos de clientes, utilizando el criterio de potencia constante:

- USUARIO COCINA_INDUCCION
- USUARIO RESIDENCIAL_MEDIO

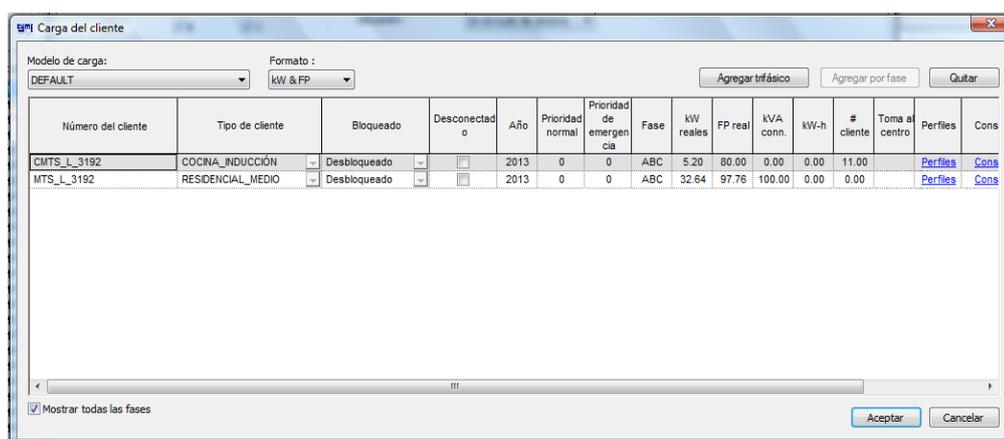


FUENTE: CYMDIST

INCLUSIÓN DE LA CARGA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN

Se incluirá al sistema la carga de la cocina de inducción, luego de esto se multiplicara por el número de clientes totalizados en el transformador de distribución. Dicha carga será ingresada al sistema como potencia real.

Este proceso se ejecutará de forma automática mediante el aplicativo “CARGA_COCINAS_INDUCCIÓN”.



The screenshot shows a software window titled "Carga del cliente". At the top, there are dropdown menus for "Modelo de carga:" (set to DEFAULT) and "Formato:" (set to KW & FP). To the right are buttons for "Agregar trifásico", "Agregar por fase", and "Quitar". Below this is a table with the following columns: "Número del cliente", "Tipo de cliente", "Bloqueado", "Desconectado", "Año", "Prioridad normal", "Prioridad de emergencia", "Fase", "KW reales", "FP real", "KVA conn.", "KW-h", "# cliente", "Toma al centro", "Perfiles", and "Cons". The table contains two rows of data:

Número del cliente	Tipo de cliente	Bloqueado	Desconectado	Año	Prioridad normal	Prioridad de emergencia	Fase	KW reales	FP real	KVA conn.	KW-h	# cliente	Toma al centro	Perfiles	Cons
CMTS_L_3192	COCINA_INDUCCIÓN	Desbloqueado	<input type="checkbox"/>	2013	0	0	ABC	5.20	80.00	0.00	0.00	11.00		Perfiles	Cons
MTS_L_3192	RESIDENCIAL_MEDIO	Desbloqueado	<input type="checkbox"/>	2013	0	0	ABC	32.64	97.76	100.00	0.00	0.00		Perfiles	Cons

At the bottom left, there is a checkbox labeled "Mostrar todas las fases" which is checked. At the bottom right, there are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.

FUENTE: MEER

Creación de perfiles en el administrador de perfiles de energía en el módulo cyme (energy profile management, epm)

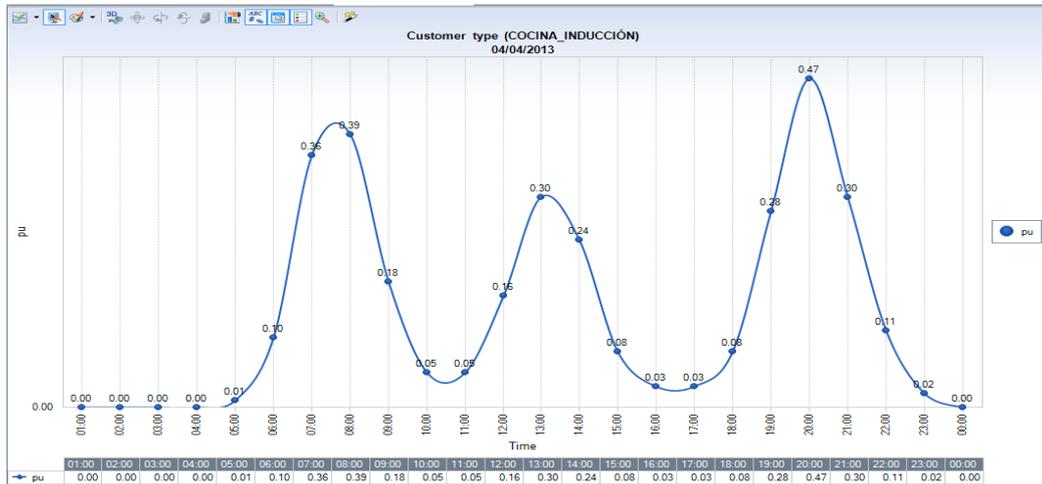
En los perfiles de tipos de clientes se deberá agregar los siguientes ítems:

- COCINA_INDUCCION, que será proporcionado por el MEER
- RESIDENCIAL_MEDIO, que será incluido con base a información propia de la distribuidora

Se debe verificar que los nombres de los perfiles creados sean los mismos que los clientes existentes en CYMDIST

Curva de carga diaria de Cocinas de Inducción,

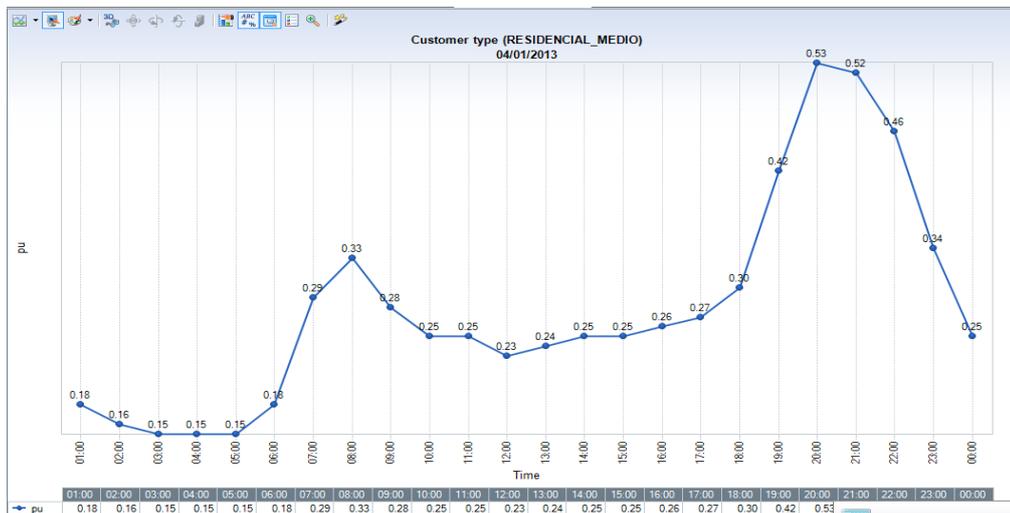
Esta curva tiene tres picos que se prevé se darán con el funcionamiento de las cocinas de inducción en las horas cuando se prepara la alimentación diaria (desayuno, almuerzo, merienda), en donde se observa que el pico con mayor influencia se dará a las 20:00.



FUENTE: MEER

Curva de carga típica residencial

El siguiente gráfico presenta la curva de carga típica residencial, donde se puede observar la hora en la cual se tiene mayor demanda de energía, entre las 20:00 y 21:00 horas.



FUENTE: MEER

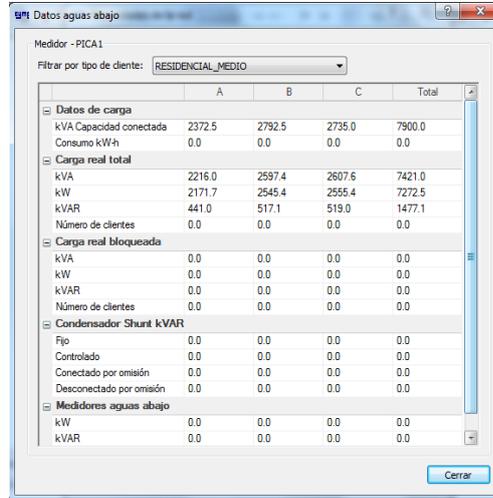
REPORTES

Los reportes que se generarán son los siguientes:

- Resumen de la red
- Resumen de dispositivos monitoreados
- Resumen de uso de dispositivos
- Resumen de pérdidas de red
- Gráfico de perfil de carga en la cabecera del alimentador

POTENCIA TOTAL ACTUAL DE LOS CLIENTES RESIDENCIALES

El gráfico muestra la potencia total media de los usuarios residenciales existentes registrados a la salida del alimentador Picaihua, antes de la carga con la inclusión de las cocinas de inducción.

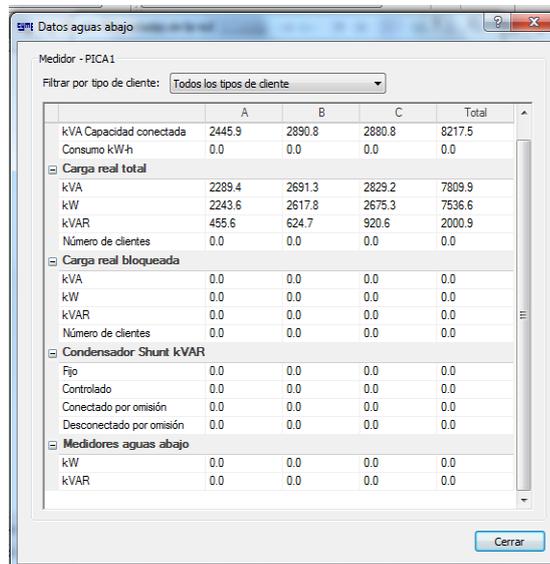


	A	B	C	Total
Datos de carga				
kVA Capacidad conectada	2372.5	2792.5	2735.0	7900.0
Consumo kW-h	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga real total				
kVA	2216.0	2597.4	2607.6	7421.0
kW	2171.7	2545.4	2555.4	7272.5
kVAR	441.0	517.1	519.0	1477.1
Número de clientes	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga real bloqueada				
kVA	0.0	0.0	0.0	0.0
kW	0.0	0.0	0.0	0.0
kVAR	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de clientes	0.0	0.0	0.0	0.0
Condensador Shunt kVAR				
Fijo	0.0	0.0	0.0	0.0
Controlado	0.0	0.0	0.0	0.0
Conectado por omisión	0.0	0.0	0.0	0.0
Desconectado por omisión	0.0	0.0	0.0	0.0
Medidores aguas abajo				
kW	0.0	0.0	0.0	0.0
kVAR	0.0	0.0	0.0	0.0

FUENTE: MEER

POTENCIA ACTUAL DE TODOS LOS CLIENTES

El gráfico muestra la potencia total de todos los tipos de usuarios medios existentes en el alimentador luego de realizar la corrida de flujo, estos constan de la carga real total en kVA, kW y kVAR por fases. Este procedimiento es previo a la simulación con la carga de las cocinas de inducción, los resultados de este análisis se encuentran en la tabla 48 página 90.



	A	B	C	Total
Datos de carga				
kVA Capacidad conectada	2445.9	2890.8	2880.8	8217.5
Consumo kW-h	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga real total				
kVA	2289.4	2691.3	2829.2	7809.9
kW	2243.6	2617.8	2675.3	7536.6
kVAR	455.6	624.7	920.6	2000.9
Número de clientes	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga real bloqueada				
kVA	0.0	0.0	0.0	0.0
kW	0.0	0.0	0.0	0.0
kVAR	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de clientes	0.0	0.0	0.0	0.0
Condensador Shunt kVAR				
Fijo	0.0	0.0	0.0	0.0
Controlado	0.0	0.0	0.0	0.0
Conectado por omisión	0.0	0.0	0.0	0.0
Desconectado por omisión	0.0	0.0	0.0	0.0
Medidores aguas abajo				
kW	0.0	0.0	0.0	0.0
kVAR	0.0	0.0	0.0	0.0

FUENTE: MEER