



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

TESIS DE GRADO

TEMA:

“ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13B1S2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. DURANTE EL AÑO 2015.”

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

Autores:

Mejía Banda Carlos Daniel

Faz Segovia Edwin Patricio

Director de tesis:

Ing. Eléct. Vicente Quispe

Asesor metodológico:

Lic. Susana Pallasco

LATACUNGA – ECUADOR

2016



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL TRIBUNAL

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

- Carlos Daniel Mejía Banda
- Edwin Patricio Faz Segovia

Con la tesis cuyo Título es:

ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13B1S2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. DURANTE EL AÑO 2015.

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

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

Latacunga, 30 de Junio del 2016

Para constancia firman:

.....
Ing. Ángel León Segovia
PRESIDENTE

.....
Dr. Marcelo Bautista Illescas
MIEMBRO

.....
Ing. Eléct. Xavier Proaño Maldonado
OPOSITOR

.....
Ing. Eléct. Vicente Quispe
TUTOR (DIRECTOR)

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AUTORÍA

Yo, Mejía Banda Carlos Daniel y Faz Segovia Edwin Patricio, declaramos que el contenido de nuestro trabajo de titulación detallado en el presente documento es de nuestra autoría, y que se ha consultado las referencias bibliográficas incluidas en el escrito.

En tal virtud concedemos los derechos de autoría, quedando a disposición de la Universidad Técnica de Cotopaxi; para que hagan el uso que estimen pertinente.

Mejía Banda Carlos Daniel

Faz Segovia Edwin Patricio



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de trabajo de investigación sobre el tema:

“ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13B1S2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. DURANTE EL AÑO 2015.”

De los señores estudiantes; Faz Segovia Edwin Patricio y Mejía Banda Carlos Daniel postulantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

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

Latacunga, 30 de Junio del 2016

.....
Ing. Eléct. Vicente Quispe
DIRECTOR DE TESIS

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO

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

“ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13B1S2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. DURANTE EL AÑO 2015”. De los señores estudiantes; Carlos Daniel Mejía Banda portador de **CI: 050334426-9**, Edwin Patricio Faz Segovia portador de **CI: 050380347-0** postulantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

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

Latacunga, 30 de Junio del 2016

.....
Lic. Susana Pallasco
ASESORA METODOLÓGICA



energía para el buen vivir

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de Planificación de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A. a petición de los interesados; Carlos Daniel Mejía Banda CI: 050334426-9; Edwin Patricio Faz Segovia CI: 050380347-0; Postulantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Certifico que: realizaron la tesis de grado con el tema: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13B1S2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. DURANTE EL AÑO 2015**”, bajo mi supervisión siguiendo los lineamientos y requerimientos del área de distribución de la ELEPCO S.A.

Latacunga, 30 de Junio del 2016

Atentamente:

.....
Ing. Julio Esparza
CI: 060215835-4

Marqués de Maenza 5-44 y Quijano y Ordóñez
Teléfonos N°. (032) 812630 812640 812650 812660 812700
Fax: (032) 813823 Casilla: 239
www.elepcosa.com info@elepcosa.com
www.facebook.com/elepcosa www.twitter.com/elepcosa
Latacunga – Ecuador

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por bendecirme cada instante, porque hiciste realidad este sueño anhelado y por brindarme una vida llena de experiencias y sobre todo felicidad. A mi madre (+) que admiro sus sabios y valiosos consejos que estimularon mi ego, entregándome cada día un aliento de apoyo. Tal vez visiono auguriosamente todo su esfuerzo y sacrificio en la culminación de esta meta plasmada en una imagen de incentivo. A mis amigos que por mucho tiempo estuvieron a la expectativa, confusamente catalogando que mi idiosincrasia cambiaria, pero ignorando que los valores de la humildad y respeto nunca se resquebrajaran. A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus profesores por habernos proporcionado los conocimientos y las herramientas necesarias para un aprendizaje integral como profesional, para servir a nuestra patria y a la sociedad. Un agradecimiento especial a nuestro Director de Tesis al Ing. Electr. Vicente Quispe.

Daniel

DEDICATORIA

Dedico a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi querida madre María (+) por su apoyo permanente e incondicional para la culminación de mi tesis siendo ella mi fortaleza para lograr mis objetivos; a mis tres hermanas queridas, Patricia, Mirian, Nataly, y a mi padre Carlos (+) que desde el cielo me está guiando por el camino del bien. Son las razones impulsadoras para conseguir este importante objetivo en mi vida y seguir adelante en todo lo que me proponga.

Daniel

AGRADECIMIENTO

Mis sentimientos de gratitud a Dios por darme la vida y sus múltiples bendiciones.

A mis padres y familiares por guiarme en el camino del bien con seguridad y profunda certeza en la verdad y en la justicia.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus profesores quienes depositaron en mi sus valiosos conocimientos en especial a mi Director de Tesis Ing. Eléctr. Vicente Quispe fuente cristalina de bondad y cultura, que sin escatimar esfuerzo alguno me supo guiar en el proceso investigativo.

Edwin

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por darme la vida.

*A mis padres, hermana y sobrinos queridos
fuentes de infinito amor, trabajo y sacrificio;
quienes me dieron el estímulo para alcanzar el
éxito anhelado con perseverancia cultivando los
más altos valores que el hombre posee en la
vida reflejando en mi entorno social.*

Edwin

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PRELIMINARES	PÁG
AVAL DEL TRIBUNAL.....	ii
AUTORÍA.....	iii
AVAL DE DIRECTOR DE TESIS	iv
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO	v
CERTIFICACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiv
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT.....	xxvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xxvii
INTRODUCCIÓN	xxviii
CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. Sistema Eléctrico de Distribución.....	1
1.1.1. Definición del Sistema Eléctrico de Distribución.....	1
1.1.2. Subestación de Distribución.....	1
1.1.3. Alimentadores.....	2
1.1.4. Usuarios Residenciales.....	3
1.2. Cocinas de Inducción	4
1.2.1. Generalidades.....	4
1.2.2. Definición.....	4
1.3. Demanda.....	6
1.3.1. Proyección de la Demanda.....	7
1.3.1.1.Método de proyección de la demanda	7

1.3.1.1.1.Regresión lineal.....	7
1.3.1.1.2.Tasa de crecimiento de la demanda.....	8
1.3.1.2. Metodología propuesta por el MEER para la proyección de la demanda con la incorporación de las cocinas de inducción.....	8
1.3.2. Características Eléctricas de la Carga.....	11
1.3.2.1.Demanda máxima.....	11
1.3.2.2.Carga instalada	11
1.3.2.3.Capacidad instalada.....	12
1.3.2.4.Factor de demanda (Fd).....	12
1.3.2.5.Factor de utilización (F _U)	12
1.3.2.6.Factor de potencia (cos Ø)	13
1.3.2.7.Factor de carga (Fc)	13
1.3.2.8.Factor de pérdidas (fpérd)	14
1.3.2.9.Factor coincidencia (Fco).....	14
1.4. Los Armónicos en el Sistema Eléctrico.....	15
1.4.1. Tipos de Armónicos.....	16
1.4.1.1.Armónicos de voltaje.....	16
1.4.1.2.Armónicos de corriente.....	17
1.4.2. Límites.....	17
1.4.2.1.Límites de distorsión en Voltaje.....	18
1.4.2.2.Límites de distorsión en Corriente	19
1.4.3. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 101.....	20
1.5. Regulación 004/01.....	21
1.5.1. Niveles de voltaje.....	21
1.5.2. Calidad de energía	21
1.6. Mediciones	23
1.7. Software Utilizado.....	24
1.7.1. CYMDIST.....	24
CAPÍTULO II.....	26
PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	26
2.1. Aspectos generales de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.	26
2.1.1. Antecedentes históricos	26

2.1.2. Área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.	27
2.1.3. Misión.....	27
2.1.4. Visión.....	27
2.1.5. Dedicación.....	27
2.1.6. Ubicación Geográfica	28
2.2. Diseño metodológico	28
2.2.1. Método de investigación	28
2.2.1.1.Método Inductivo - Deductivo	28
2.2.1.2.Método Analítico-Sintético.....	28
2.2.2. Tipos de Investigación.....	29
2.2.2.1.Investigación de Campo	29
2.2.2.2.Investigación Aplicada	29
2.2.3. Técnicas de la Investigación	29
2.2.3.1.La Observación.....	29
2.3. Subestación de Distribución Pujilí	30
2.3.1. Descripción de la subestación Pujilí.....	30
2.3.2. Curvas de Carga del Alimentador 2 de la Subestación Pujilí	31
2.4. Distribución de cocinas de inducción por empresa distribuidora	32
2.5. Operacionalización de Variables.....	34
2.5.1. Operacionalización de la Variable Independiente:.....	34
2.5.2. Operacionalización de la Variable Dependiente:	35
2.6. Condiciones actuales del alimentador 2 Pujilí Centro- Alpamalag de la ELEPCO S.A.	36
2.6.1. Perfiles de voltaje	41
2.6.2. Capacidad nominal del conductor.....	41
2.6.3. Perfiles de kVA	42
2.7. Proyección de número de usuarios.....	45
2.8. Potencia de las cocinas de inducción	46
2.8.1. Mediciones de los parámetros eléctricos de la cocina de inducción haceb de 5100W.	46
2.9. Proyección de la demanda.....	50

2.9.1. Proyección de la demanda del primer escenario mediante la potencia de la cocina en funcionamiento en el alimentador.....	50
2.9.1.1. Flujo de Carga.....	53
2.9.1.2. Comportamiento del alimentador.....	54
2.9.2. Proyección de la demanda del segundo escenario aplicando la metodología del MEER.....	58
2.10. Límites de Armónicos de voltaje y corriente de la cocina de inducción medida.....	60
2.10.1. Límites de Armónicos de Voltaje	61
2.10.1.1. Límites de THD V.....	62
2.10.1.2. Límites de V h.....	63
2.10.2. Límites de Armónicos de Corriente.....	66
2.10.2.1. Límites de THD.....	68
2.10.2.2. Límites de I h.....	69
2.10.3. Cálculo del filtro sintonizado simple para minimizar los armónicos	72
2.11. Verificación de la hipótesis	73
2.11.1. Enunciado de la hipótesis.....	73
2.11.2. Verificación de la hipótesis.....	73
CAPÍTULO III.....	74
PROPUESTA.....	74
3.1. Introducción	74
3.2. Justificación de la propuesta.	75
3.3. Objetivos de la propuesta	76
3.3.1. Objetivo general	76
3.3.2. Objetivos Específicos	76
3.4. Análisis de la factibilidad de la propuesta.....	76
3.4.1. Factibilidad Administrativa	77
3.4.2. Factibilidad Técnica.....	77
3.4.2.1. Desarrollo de la propuestas de mejora en el alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag.	78
3.4.2.1.1. Alternativa 1	78
3.4.2.1.1.1. Balance de carga.....	78

3.4.2.1.1.2. Incremento de fases	79
3.4.2.1.1.3. Balance de carga	79
3.4.2.1.1.4. Resultados al realizar cambios	80
3.4.2.1.2. Alternativa 2	82
3.4.2.1.2.1. Cambio del calibre del conductor	82
3.4.2.1.2.2. Incremento de fases	83
3.4.2.1.2.3. Balance de carga	84
3.4.2.1.2.4. Ubicación óptima de capacitores	85
3.4.2.1.2.5. Reporte de los efectos causados en el alimentador	85
3.4.2.1.3. Alternativa 3	88
3.4.2.1.3.1. Creación de la red trifásica para el nuevo alimentador	88
3.4.2.1.3.2. Balance de carga	89
3.4.2.1.3.3. Cambio de transformadores sobrecargados	90
3.4.2.1.3.4. Ubicación óptima de capacitores	90
3.4.2.1.3.5. Balance de carga con el nuevo alimentador	90
3.4.2.1.4. Reportes finales de la propuesta	91
3.4.2.1.4.1. Flujo de carga en la cabecera de los alimentadores	93
3.4.2.1.4.2. Resumen de la condiciones actuales de los alimentadores	93
3.4.2.1.5. Cálculo del filtro sintonizado simple para eliminar armónicos	98
3.4.3. Factibilidad Económica	101
3.4.3.1. Presupuesto de Materiales	101
3.4.3.1.1. Alternativa 1	101
3.4.3.1.2. Alternativa 2	103
3.4.3.1.3. Alternativa 3	104
3.4.3.2. Costos de operación y mantenimiento	107
3.4.3.3. Retorno de inversión del Sistema Proyectado	107
3.4.3.3.1. Alternativa 1	107
3.4.3.3.2. Alternativa 2	108
3.4.3.3.3. Alternativa 3	109
3.5. Conclusiones y Recomendaciones	110
3.5.1. Conclusiones	110
3.5.2. Recomendaciones	112

3.6. Definición de términos Básicos	114
3.7. Bibliografía.....	117
3.7.1. Bibliografía Citada	117
ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1. RED DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE.....	3
FIGURA N° 2. CURVA DE CONSUMO RESIDENCIAL	4
FIGURA N° 3. COCINA DE INDUCCIÓN DE 4 ZONAS Y ENCIMERA 4 ZONAS	5
FIGURA N° 4. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN	6
FIGURA N° 5. CURVA DE DEMANDA DIVERSIFICADA	10
FIGURA N° 6. SEÑAL FUNDAMENTAL MÁS TERCERA ARMÓNICA.....	16
FIGURA N° 7. SOFTWARE CYMDIST	25
FIGURA N° 8. SUBESTACIÓN PUJILÍ	31
FIGURA N° 9. CURVA DE CARGA DIARIA DEL ALIMENTADOR 2 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ	31
FIGURA N° 10. CURVA DE CARGA MENSUAL DEL ALIMENTADOR 2 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ.....	32
FIGURA N° 11. CURVA DE PENETRACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SNI.....	33
FIGURA N° 12. SITUACIÓN ACTUAL DEL ALIMENTADOR CON DEMANDA MÁXIMA	38
FIGURA N° 13. PERFIL DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR	41
FIGURA N° 14. CAPACIDAD NOMINAL DEL CONDUCTOR CORRIENTE DEL ALIEMNTADOR 2 PUJILÍ CENTRO - ALPAMALAG	42
FIGURA N° 15. PERFIL DE kVA DEL ALIEMNTADOR 2 PUJILÍ	43
FIGURA N° 16. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS RESIDENCIALES.....	46
FIGURA N° 17. CURVA DE POTENCIA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN	48
FIGURA N° 18. CURVA DE ENERGÍA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN..	48
FIGURA N° 19 CURVA DE CONSUMO ANUAL DE LA COCINA DE INDUCCIÓN HACEB.....	49
FIGURA N° 20. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (kW) I ESCENARIO	52
FIGURA N° 21.ALIMENTADOR 2 PUJILÍ CENTRO –ALPAMALAG INCORPORADA LAS COCINAS DE INDUCCIÓN AL AÑO 2025.	54

FIGURA N° 22. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (kW) II ESCENARIO....	59
FIGURA N° 23. CURVA DEL HISTOGRAMA DE THD V	62
FIGURA N° 24. CURVA DEL HISTOGRAMA DE THD I	68
FIGURA N° 25. ALIMENTADOR CON LAS VARIANTES	82
FIGURA N° 26. ALIMENTADOR APLICANDO LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	88
FIGURA N° 27. ALIMENTADOR APLICANDO LA PROPUESTA	92
FIGURA N° 28. PERFIL DE VOLTAJE ALIM-PJS2.....	95
FIGURA N° 29. PERFIL DE VOLTAJE ALIM-PJS_NUEVO.....	96
FIGURA N° 30. CAPACIDAD DE CORRIENTE POR EL CONDUCTOR DEL ALIM-PJS2	96
FIGURA N° 31. CAPACIDAD DE CORRIENTE POR EL CONDUCTOR DEL ALIM-PJS_NUEVO	97
FIGURA N° 32. PERFIL DE kVA del ALIM-PJS2.....	98
FIGURA N° 33. PERFIL DE kVA del ALIM-PJS_NUEVO.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. VARIACIONES DE VOLTAJE ADMITIDAS CON RESPECTO AL VALOR DEL VOLTAJE NOMINAL SEGÚN LA REGULACIÓN 004/01 DEL ARCONEL.....	18
TABLA N° 2. LÍMITES DE DISTORSIÓN ARMÓNICA EN VOLTAJE.....	19
TABLA N° 3. LÍMITES DE LA DISTORSIÓN ARMÓNICA EN CORRIENTE EN LA ACOMETIDA (IEEE 519).....	20
TABLA N° 4. LÍMITES DE VARIACIÓN DE VOLTAJE REGULACIÓN 004/01.....	21
TABLA N° 5. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ANALIZADOR DE CARGA FLUKE 1744 POWER QUALITY LOGGER MEMOBOX.....	23
TABLA N° 6. COCINAS DE INDUCCIÓN POR EMPRESA DISTRIBUIDORA	33
TABLA N° 7. CANTIDAD DE TRANSFORMADORES POR CAPACIDAD INSTALADA.....	36
TABLA N° 8. DATOS DEL EQUIVALENTE DE RED	37
TABLA N° 9. TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR	38
TABLA N° 10. TRAMOS CON BAJO NIVEL DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR	39
TABLA N° 11. LÍNEAS SOBRECARGADAS	40
TABLA N° 12. FLUJO DE CARGA EN LA CABECERA DEL ALIMENTADOR	40
TABLA N° 13. REPORTE SUMARIO ACTUAL DEL ALIMENTADOR 2 PUJILICENTRO ALPAMALAG.....	44
TABLA N° 14. COSTOS ANUALES DE LAS PÉRDIDAS DEL ALIMENTADOR 2 PUJILÍCENTRO- ALPAMALAG.....	45
TABLA N° 15. POTENCIA MÁXIMA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN.....	47
TABLA N° 16. ENERGÍA TOTAL DE LA COCINA DE INDUCCIÓN	47

TABLA N° 17. EVOLUCIÓN DE LOS CONSUMOS SECTORIALES CON COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL PERÍODO 2015-2025.....	50
TABLA N° 18. POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN I ESCENARIO	51
TABLA N° 19. FLUJO DE CARGA EN LA CABECERA DEL ALIMENTADOR 2015 -2025	53
TABLA N° 20. TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR EN EL AÑO 2025	55
TABLA N° 21. TRAMOS CON BAJO NIVEL DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR EN EL AÑO 2025	55
TABLA N° 22. REPORTE CYMDIST DE LA CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES EN EL PERÍODO 2015 – 2025.....	56
TABLA N° 23. REPORTE CYMDIST CANTIDAD DE LÍNEAS CON CAÍDAS DE VOLTAJE EN EL PERÍODO 2015 – 2025	57
TABLA N° 24. REPORTE CYMDIST COSTOS ANUALES DE LAS PÉRDIDAS DEL SISTEMA PERÍODO 2015 – 2025.....	57
TABLA N° 25. POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN II ESCENARIO	58
TABLA N° 26. HISTOGRAMA DE THD V	61
TABLA N° 27. DISTORSIÓN ARMÓNICA DE VOLTAJE.....	62
TABLA N° 28. CONTROL DE LOS LÍMITES DE THD V	63
TABLA N° 29. REGISTRO DE LOS VOLTAJES ARMÓNICOS INDIVIDUALES DE LA COCINA DE INDUCCIÓN.....	64
TABLA N° 30. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L1	65
TABLA N° 31. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L2	65
TABLA N° 32. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L2	66
TABLA N° 33. HISTOGRAMA DE THD I.....	67
TABLA N° 34. DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE	68
TABLA N° 35. CONTROL DE LOS LÍMITES DE THD I.....	69
TABLA N° 36. REGISTRO DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS INDIVIDUALES DE LA COCINA DE INDUCCIÓN.....	69

TABLA N° 37. CONTROL DE LOS LÍMITES DE I h L1.....	70
TABLA N° 38. CONTROL DE LOS LÍMITES DE I h L2.....	71
TABLA N° 39. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L3	71
TABLA N° 40. REPORTE DEL BALANCE DE CARGA	78
TABLA N° 41. INCREMENTOS DE FASES EN LOS TRAMOS DEL ALIMENTADOR	79
TABLA N° 42. BALANCE DE CARGA EN EL ALIMENTADOR	79
TABLA N° 43. FLUJO DE CARGA APLICANDO LA ALTERNATIVA 1	80
TABLA N° 44. CONDUCTORES FUERA DEL LÍMITE DE VOLTAJE	80
TABLA N° 45. CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES	81
TABLA N° 46. REPORTE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA	81
TABLA N° 47. CAMBIO DE CALIBRE EN LOS TRAMOS DEL ALIMENTADOR	83
TABLA N° 48. INCREMENTO DE FASES.....	84
TABLA N° 49. REPORTE DEL BALANCE DE CARGA	84
TABLA N° 50. FLUJO DE CARGA APLICANDO LA ALTERNATIVA 2	85
TABLA N° 51. CONDUCTORES FUERA DEL LÍMITE DE VOLTAJE	86
TABLA N° 52. CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES	87
TABLA N° 53. REPORTE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA	87
TABLA N° 54. CREACIÓN DEL TRAMO TRIFÁSICO PARA EL NUEVO ALIMENTADOR	89
TABLA N° 55. BALANCE DE CARGA	89
TABLA N° 56. CAMBIO DE TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS..	90
TABLA N° 57. BALANCE DE CARAGA	91
TABLA N° 58. CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES AÑO 2025 APLICANDO LA ALTERNATIVA 3	91
TABLA N° 59. REPORTE DE PÉRDIDAS.....	92
TABLA N° 60. FLUJO DE CARGA DEL ALIM-PJS2 Y PJS_NUEVO.....	93
TABLA N° 61. RESUMEN TOTAL CON LA PROPUESTA	94
TABLA N° 62. COSTOS ANUALES DE PÉRDIDAS CON LA PROPUESTA	95
TABLA N° 63. CAPACIDAD DEL FILTRO SINTONIZADO SIMPLE.....	101
TABLA N° 64. COSTOS DE MATERIALES	102

TABLA N° 65. COSTOS DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	102
TABLA N° 66. COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA	103
TABLA N° 67. COSTOS DE MATERIALES	103
TABLA N° 68. COSTO DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	104
TABLA N° 69. COSTO DE LA PROPUESTA.....	104
TABLA N° 70. COSTO DE MATERIALES	105
TABLA N° 71. COSTO DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	106
TABLA N° 72. COSTO DE LA PROPUESTA.....	107
TABLA N° 73. COSTO TOTAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ...	107
TABLA N° 74. CALCULO DEL VAN Y LA TIR	108
TABLA N° 75. CALCULO DEL VAN Y LA TIR	108
TABLA N° 76. CÁLCULO DEL VAN Y LA TIR	109

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 (1.3.1.1.2)	8
Ecuación 2 (1.3.2.2)	11
Ecuación 3 (1.3.2.4)	12
Ecuación 4 (1.3.2.5)	13
Ecuación 5 (1.3.2.6)	13
Ecuación 6 (1.3.2.7)	14
Ecuación 7 (1.3.2.8)	14
Ecuación 8 (1.3.2.9)	15
Ecuación 9 (2.10)	60
Ecuación 10 (2.10)	60
Ecuación 11 (2.10)	60
Ecuación 12 (2.10.3)	72
Ecuación 13 (2.10.3)	72
Ecuación 14 (2.10.3)	72
Ecuación 15 (2.10.3)	72
Ecuación 16 (2.10.3)	72
Ecuación 17 (2.10.3)	72
Ecuación 18 (2.10.3)	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1.....	122
ANEXO N° 2.....	123
ANEXO N° 3.....	124
ANEXO N° 4.....	125
ANEXO N° 5.....	126
ANEXO N° 6.....	127
ANEXO N° 7.....	128
ANEXO N° 8.....	128
ANEXO N° 9.....	129
ANEXO N° 10.....	136
ANEXO N° 11.....	136
ANEXO N° 12.....	137
ANEXO N° 13.....	137
ANEXO N° 14.....	138
ANEXO N° 15.....	138
ANEXO N° 16.....	139
ANEXO N° 17.....	139
ANEXO N° 18.....	140
ANEXO N° 19.....	140
ANEXO N° 20.....	141
ANEXO N° 21.....	141
ANEXO N° 22.....	142



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

RESUMEN

El principal recurso para la cocción de los alimentos en el Ecuador es la utilización del Gas Licuado de Petróleo (GLP) que a partir del año 2015 inicia la migración del uso de las cocinas a gas por las cocinas de inducción en usuarios residenciales así que en los próximos años se tendrá una significativa aportación de la generación hidroeléctrica. La incorporación masiva de las cocinas de inducción afectará a los sistemas eléctricos de las empresas distribuidoras, es por ello la ejecución de este trabajo investigativo en el alimentador Pujilí Centro – Alpamalag, iniciando el estudio con la recopilación de información histórica, también con mediciones realizadas en los usuarios que actualmente utilizan la cocina de inducción, para con ello realizar una proyección de la demanda desde el año actual hasta el año 2025 utilizando el método estadístico de la regresión lineal. Una vez ingresada la demanda del alimentador en el software CYMDIST para los años de estudio se determinó la cargabilidad de los equipos, para mantener la calidad del servicio eléctrico se realizó el balance de las cargas, aumento en el calibre de los conductores, cambio de la capacidad de los transformadores sobrecargados y la creación del tramo trifásico.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

ABSTRACT

The principal resource for food cooking is the use of Liquefied Petroleum Gas (LPG) which in 2015 the migration of gas by induction stoves started in the residential users because in the coming years a significant contribution of hydroelectric generation will come. The massive induction stoves incorporation will affect to the electrical systems of distribution companies, so that this research in the Pujilí Center – Alpamalag feeder starting with the collecting historical information study also with measurements made in users who have already used an induction stove in order to do a projection demand from this current year to 2025 by linear regression in the statistical method. Once entered the feeder demand in the CYMDIST software for the study years the teams chargeability, was determinated balancing loads, increased the wire, change the capacity of overloaded transformers and the creation of the three – phase section were performed in order to take case the electricity quality.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **MEJÍA BANDA CARLOS DANIEL, FAZ SEGOVIA EDWIN PATRICIO**, cuyo título versa “ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13B1S2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. DURANTE EL AÑO 2015.”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 30 de Junio del 2016

Atentamente,

.....
Lic. Msc. Lidia Rebeca Yugla Lema
C.I. 050265234-0

INTRODUCCIÓN

El Gobierno Nacional a través de los organismos e instituciones públicas determinan la importancia del cambio de la matriz energética del país con la construcción de los grandes proyectos representativos hidroeléctricos que cubrirá la futura demanda de las cocinas de inducción, con esto se estaría contribuyendo al desarrollo socio económico del país y sobre todo a la descontaminación ambiental.

En la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., acogiendo a las nuevas políticas gubernamentales para el buen vivir plasmados en el Plan Maestro de Electrificación PME 2013-2022, está realizando varios cambios en las redes eléctricas de su concesión, para con ello mantener la calidad de servicio en los usuarios.

El proyecto de investigación se encuentra constituido por tres capítulos:

El Primer Capítulo contiene la **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA** que describe de una manera general todos los argumentos y conceptos básicos relacionados a circuitos eléctricos, tipos de cocinas de inducción; así como las normas sobre la calidad de energía que son reguladas por el ARCONEL.

El Segundo Capítulo describe la, **PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**, para la ejecución del proyecto de investigación que está enmarcada en aspectos de aplicación, descripción y de campo, con el uso de la técnica de la observación, equipos de medición para recopilar la información y simulación futura mediante el software CYMDIST.

El Tercer Capítulo se desarrolla la **PROPUESTA**, una vez que se establecen los parámetros eléctricos necesarios para proyectar la demanda en el período 2015-2025, debido al ingreso de las cocinas de inducción en los usuarios residenciales y simularlos en el software CYMDIST la nueva demanda del alimentador Pujilí Centro-Alpamalag de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

Finalmente se elaboran las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos en el proceso investigativo.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Sistema Eléctrico de Distribución.

1.1.1. Definición del Sistema Eléctrico de Distribución.

Según Kléver Iván Vargas Herrera, (2015, pág. 2) dice: “Está conformado por subestaciones de distribución, circuitos primarios, transformadores de distribución, circuitos secundarios, acometidas y medidores”.

El sistema eléctrico de distribución es un conjunto de instalaciones y equipos que permite transportar la energía eléctrica desde las subestaciones hacia las redes de medio voltaje atravesando por los transformadores de distribución y redes de bajo voltaje para finalmente llegar con el suministro de energía eléctrica a cada uno de los usuarios.

1.1.2. Subestación de Distribución.

Según Lennart Rojas Bravo, (2013, pág. 8) dice: “Una subestación de distribución es aquella equipada con transformadores y elementos de control, maniobra y protección, tanto en el lado primario como en el secundario, para la transformación de un voltaje nominal en otro.”.

Una subestación es el conjunto de equipos encargados de modificar los parámetros eléctricos como el voltaje y corriente; sirven además como punto de interconexión para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.

La subestación en este caso es reductora debido que recibe un voltaje de 69 kV y lo transforma a nivel de 13.8 kV, la misma que puede disponer de varios alimentadores que sirvan para entregar energía eléctrica a usuarios conectados al mismo, para el mejor rendimiento de los distintos artefactos que disponen y para el desenvolvimiento de las actividades cotidianas del quehacer familiar.

1.1.3. Alimentadores.

Un alimentador es el encargado de llevar energía eléctrica a los consumidores finales, los cuales deben disponer de características eléctricas confiables para dotar al usuario un servicio energético de calidad, sin caídas de voltaje o pérdidas de energía eléctrica; teniendo de esta manera un sistema más sólido y en óptimas condiciones operativas.

Por lo que se clasifican en alimentadores primarios y secundarios tanto en la zona urbana como en la rural los cuales difieren según el nivel de voltaje y ubicación geográfica respectivamente.

El alimentador primario visualizado en la figura 1a, es aquel sistema eléctrico que evacúa el factor energético hasta alimentar los transformadores de distribución para con ello poder servir al usuario residencial mediante el alimentador secundario o de bajo voltaje. El alimentador secundario observado en la figura 1b, conducen la energía desde los transformadores de distribución hasta llegar a los diversos usuarios que disponga para el funcionamiento de los artefactos, equipos, etc.

En lo que respecta a los alimentadores rurales atienden a una población definida, en donde sus cargas están ubicadas irregularmente y debido a las distancias que se ubican su diseño provocando caídas de voltaje, influenciando en la calidad de servicio en todo el sistema eléctrico. Los alimentadores son considerados urbanos debido a la distancia existente entre postes y a la existencia de carga concentrada, pudiendo ser aéreos o subterráneos.

FIGURA N° 1. RED DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE



Fuente: Foto tomada por el estudiante en trabajos en líneas energizadas (a.- Red de medio voltaje, b.- Red de bajo voltaje), 2015

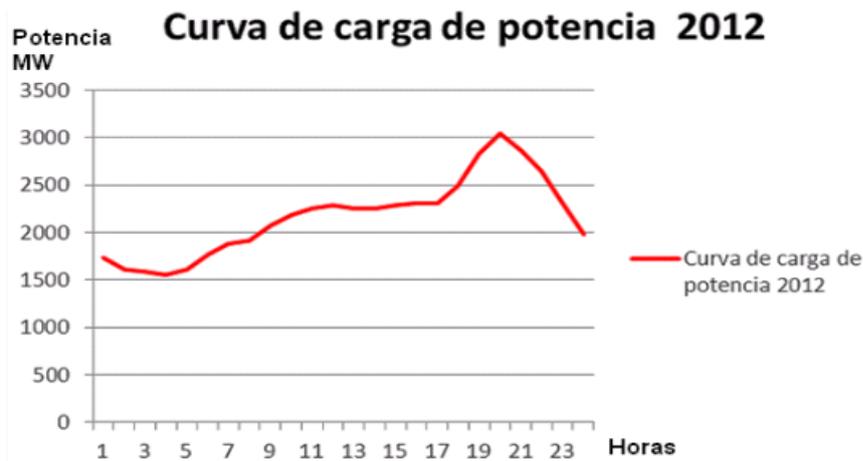
1.1.4. Usuarios Residenciales

Según Andrea Encalada, José Berrezueta (2014, pág. 34): “Hace referencia al servicio eléctrico cuyo destino es exclusivamente al uso doméstico de los consumidores, en el domicilio de la unidad familiar independientemente del tamaño de carga que se haya conectado.

De igual manera, hacen parte de la categoría residencial, los consumidores de escasos recursos económicos y aquellos que en su vivienda tengan integrado una pequeña actividad comercial o artesanal cuyo consumo sea bajo.”

El nombre usuario responde al consumidor de productos, bienes y servicios que se diferencia de acuerdo a la característica de los mismos. En este caso se trata del demandante del servicio eléctrico para utilizarlos en sus respectivos domicilios en forma confiable y eficiente, de tal manera que el usuario pueda garantizar su desenvolvimiento cotidiano para el buen vivir de cada uno de los miembros de la familia que usa energía eléctrica como principal fuente para el funcionamiento de todos los electrodomésticos disponibles. La curva característica de un consumo residencial se puede apreciar en la figura 2.

FIGURA N° 2. CURVA DE CONSUMO RESIDENCIAL



Fuente: CONELEC, "Estadísticas del Sector Eléctrico", 2012

1.2. Cocinas de Inducción

1.2.1. Generalidades.

Para hoy en día disponer de la cocina de inducción con la mejor eficiencia energética y seguridad tuvo que transcurrir muchos años realizando varios estudios, en sus inicios se utilizó la cocina de leña, el reverbero, cocina a gas y cocina eléctrica, para en la actualidad las cocinas de inducción sean de gran beneficio ahorrando tiempo, esfuerzo y dinero con mayor comodidad y seguridad de los hogares en los que se han instalado.

De este compendio histórico se puede asegurar que el cambio de cocción en base a gas, por el de inducción contribuye al país al desarrollo socio económico por el ingreso de grandes proyectos hidroeléctricos amigables con el medio ambiente.

1.2.2. Definición.

Según Jonathan Alvear Rodríguez (2014, pág. 1): "Una cocina de inducción es un tipo de cocina vitrocerámica que calienta directamente el recipiente mediante un campo electromagnético. Estas cocinas utilizan un campo magnético variable que magnetiza el material ferromagnético del recipiente. Este proceso tiene menos pérdidas de energía, el material se agita magnéticamente, la energía absorbida se desprende en forma de calor, calentando el recipiente. Los recipientes deben

contener un material ferromagnético al menos en la base, por lo que los de aluminio, terracota, cerámica, vidrio o cobre no son utilizables con este tipo de cocinas.”

Esta definición de cocina de inducción basada en anteriores investigaciones, que ya utiliza vitrocerámica dando mayor seguridad, a través de la acción electromagnética hace que exista una cocción rápida y programada calentando directamente el recipiente magnetizado, requiriendo de materiales o utensilios ferromagnetizados para una correcta acción de la energía y su proceso de calentamiento. Una vez más se conoce que este nuevo invento de la inducción proporciona agilidad y ahorro para las familias que lo utilizan.

Las cocinas de inducción poseen varias características que brindan seguridad y confort al usuario que difieren según el tipo de cocina, número de zonas y potencias provocadas en cada una de las zonas existentes para su mayor eficiencia. En la figura 3a se encuentra una cocina de inducción de 4 zonas con horno instalada en el domicilio de un usuario perteneciente al alimentador en estudio, de la misma manera en la figura 3b se visualiza otro tipo de cocina de inducción la cual es llamada encimera por no poseer horno, únicamente es una plancha ligera y fácil de transportarla.

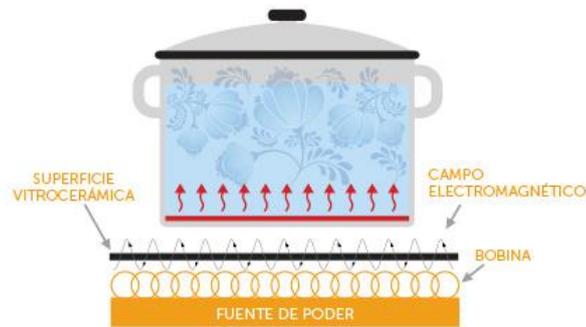
FIGURA N° 3. COCINA DE INDUCCIÓN DE 4 ZONAS Y ENCIMERA 4 ZONAS



Fuente: Haceb (a.- Cocina con horno, b.- Encimera), 2016

El principio de funcionamiento de las cocinas de inducción representada en la figura 4, aplica la ley de Faraday que consiste en partir de un campo magnético que por sí solo no produce calor pero al entrar en contacto con materiales magnetizados hace que caliente y por ende cocine lo existente en los recipientes fabricados para el efecto dando mayor seguridad y ahorro en todos los aspectos del desenvolvimiento de las amas de casa.

FIGURA N° 4. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN



Fuente: <http://www.ecuadorcambia.com/wp-content/themes/ecuadorCambia/images/infografiasImg1.jpg>, 2015

1.3. Demanda.

Según Tapia Arias Andrés Eduardo (2014, pág. 13): “Es la potencia requerida por un sistema eléctrico 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 el de 15 minutos”

Es la compra de energía de un determinado sistema eléctrico para el funcionamiento de los distintos equipos, artefactos y otros; en un tiempo y cantidad requerida.

Es la cantidad de energía requerida en un instante de tiempo para el correcto funcionamiento de los diferentes equipos eléctricos conectados al sistema y es medida en kilovatios (kW).

1.3.1. Proyección de la Demanda.

La proyección de la demanda permite conocer la operatividad del sistema con la incorporación masiva de cargas como en el caso de las cocinas de inducción, y la disponibilidad energética con que cuenta la empresa distribuidora del servicio eléctrico para su adquisición en el futuro.

La proyección responde a una prognosis técnica realizada en base al análisis de distintos parámetros tales como la demanda y la oferta de energía eléctrica, más las pérdidas ocasionadas en el sistema de transmisión y distribución de energía debido a aspectos técnicos y no técnicos.

1.3.1.1. Método de proyección de la demanda

Existen varios métodos para la realización de la proyección de la demanda dependiendo de la cantidad de datos con la que se disponga, entre ellos el método econométrico, regresión exponencial, mínimos cuadrados y el empleado para este análisis la regresión lineal. Con esta metodología se logra identificar la demanda futura necesaria de energía eléctrica para su respectiva producción.

Toda metodología permite procesar datos o asuntos para desarrollar actividades prácticas logrando de esta manera resultados que diagnostiquen y proyecten capacidades de rendimiento tomando en cuenta tiempo, esfuerzo, dinero y sobre todo propuestas específicas.

1.3.1.1.1. Regresión lineal

Según Jiménez Raúl (2012, pág. 4): “El análisis de regresión se usa con el propósito de predicción. La meta del análisis de regresión es desarrollar un modelo estadístico que se pueda usar para predecir los valores de una variable dependiente o de respuesta basados en los valores de al menos una variable independiente o explicativa.”

Es un método estadístico que consiste en la utilización de datos históricos del servicio eléctrico y su correcta interpretación numérica mediante datos de las

variables x e y para con ellos predecir una situación futura, en este caso para la proyección de la demanda.

1.3.1.1.2. Tasa de crecimiento de la demanda

Según Ramírez Castaño Samuel (2013, pág. 25): “La tasa de crecimiento de la demanda en redes de distribución es diferente para cada clase de consumo, es evidente que el aumento de la demanda máxima individual, que es el criterio de diseño, es mayor para una zona de consumo bajo que para una zona de consumo medio o alto.

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

Una vez obtenidos los datos históricos del consumo energético de varios años se aplica la fórmula correspondiente a la tasa de crecimiento (Ec. 1), para con ello visualizar cuanto a crecido la población y carga del sistema para finalmente con estos valores proceder a proyectar la demanda requerida para los años futuros.

$$r = \sqrt[n]{\frac{D_n}{D_0}} - 1 \quad \text{Ecuación 1 (1.3.1.1.2)}$$

Dónde:

r= Tasa de crecimiento

D_n= Demanda actual

D₀= Demanda para el período de proyección

n= Período de proyección

1.3.1.2. Metodología propuesta por el MEER para la proyección de la demanda con la incorporación de las cocinas de inducción.

Según ARCONEL (2013, pág. 7): “Esta metodología contiene procedimientos técnicos los cuales utilizan la información disponible por las empresas eléctricas del país utilizando el software de análisis de sistemas de distribución CYMDIST, permitiendo a las empresas distribuidoras diagnosticar el estado actual del sistema

y evaluar el impacto de la incorporación de la carga de cocinas de inducción en cada alimentador primario para determinar las necesidades de adecuación.

Dentro de la metodología existen varios parámetros para el estudio de la incorporación masiva de las cocinas de inducción tales como:

Diagnóstico del estado actual del sistema eléctrico.- Este proceso se iniciará con el análisis de los registros de carga en la cabecera de los alimentadores y la participación de usuarios residenciales por primario, empleando como variable de distribución la energía facturada promedio por lo menos de los últimos tres meses en cada transformador de distribución. Solo si no se dispone de la información de la energía facturada se usará la potencia instalada en transformadores como variable de distribución.

Se analizará las condiciones de operación con base en las demandas asignada de todos los alimentadores primarios del sistema.

Evaluación de la nueva carga por incorporación masiva de cocinas de inducción.

Según la National Electrical Code establece que una cocina encimera de inducción de 3,5 kW o menos tiene un factor de demanda del 80%, por lo que para el caso de la cocina de 3 kW resulta una demanda individual de 2,4 kW, valor que se deberá utilizar para el cálculo del reforzamiento de la acometida porque se trata de la demanda individual del equipo.

Para el caso de los alimentadores primarios se deberá valorar la coincidencia al pico del medio día con el valor de la demanda máxima diversificada mientras que para el pico de la noche se valorará con el 60% de la demanda máxima diversificada.

La incidencia de la cocción sobre la demanda existente se determinará multiplicando 2,4 kW ($fp=0,95$) por el número de cocinas y por el factor de coincidencia correspondiente al número de cocinas que se incorporarán en ese transformador para la condición de la demanda existente al medio día. Por otra

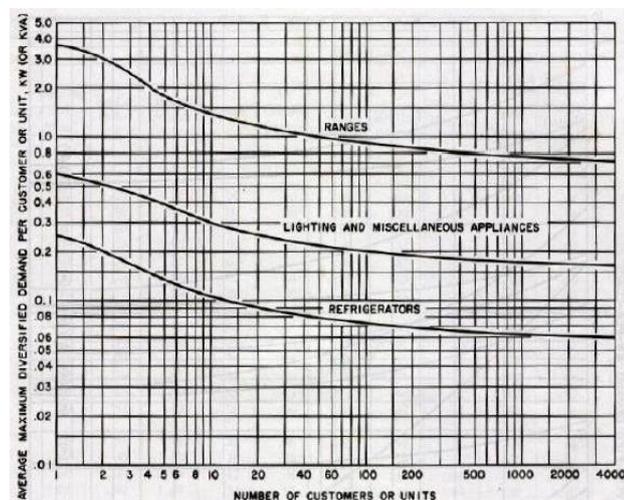
parte, a la demanda existente de la noche se añadirá el 60% del valor calculado al medio día.”

La metodología del MEER permite establecer y analizar procesos de cálculo para determinar de una manera óptima la demanda requerida en el sistema eléctrico concesionado por cada una de las empresas distribuidoras del país, al no disponer datos históricos del consumo de energía o potencia de la nueva carga como es la cocina de inducción. Así evidenciando la incidencia que causa la nueva carga a la red eléctrica por medio del software de simulación y criterios de diseño como el 80% de la potencia de la cocina al medio día y con el 60% en la noche, con ello logrando evaluar el comportamiento de las redes eléctricas con la incorporación de las cocinas.

La propuesta de cálculo sobre el 80% y 60% de la potencia de la cocina no es muy confiable porque no se puede evidenciar con exactitud si dicha demanda proyectada es la correcta de acuerdo con el consumo diario de potencia y energía que realiza el usuario residencial por lo que se propone realizar mediciones de los consumos diarios de los usuarios que utilizan la cocina de inducción para con ello determinar el comportamiento real de dicha carga.

La figura 5 sirve como referencia para el cálculo del factor de coincidencia y determinar la demanda máxima diversificada.

FIGURA N° 5. CURVA DE DEMANDA DIVERSIFICADA



Fuente: Westinghouse, Electric Utility Engineering Reference Book: Distribution Systems, Pennsylvania, 1965.

1.3.2. Características Eléctricas de la Carga

1.3.2.1. Demanda máxima.

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (1998, pág. 28)” manifiesta que: “La demanda máxima es la máxima condición de carga que se presenta en un sistema o instalación durante un tiempo específico. La demanda máxima es expresada en unidades apropiadas dependiendo del tipo de carga, tales como: kVA, kW, kVAR o A.”

La demanda máxima corresponde al pico de la carga del sistema en un período de tiempo previamente establecido, siendo la de mayor influencia donde se presenta la máxima caída de voltaje, por lo tanto presentando las mayores pérdidas de energía y potencia. En otras palabras se podría manifestar que consiste en el máximo requerimiento de la energía para todos los artefactos, por parte de cada uno de los usuarios sin importar el dimensionamiento del sistema eléctrico.

1.3.2.2. Carga instalada

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 27)” manifiesta que: “Es la sumatoria de las potencias nominales de todos los aparatos y equipos que se encuentran conectados a un sistema eléctrico sea que estén en operación o no, o que potencialmente puedan conectarse al sistema. Se expresa en kVA, kW. Esta carga conectada puede referirse a todo un sistema o parte de él.”

Es la suma de todas y cada una de las potencias de los equipos que se hallan acoplados al sistema eléctrico del domicilio de un abonado, estén o no en uso (Ec. 2).

La carga instalada constituye la energía conectada para los múltiples requerimientos de los usuarios influenciando en el funcionamiento eficiente de cada elemento o artículo de la familia.

$$CI = \sum \text{Potencias nominales de las cargas [kVA]} \quad \text{Ecuación 2 (1.3.2.2)}$$

1.3.2.3. Capacidad instalada

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 27)” manifiesta que: “Es la potencia nominal que un equipo o sistema eléctrico tiene para entregar. En los datos de placa de los diferentes aparatos del sistema se lee la capacidad.”

Es el total de potencia de un equipo o del sistema eléctrico que puede suministrar a las cargas o servicios conectados, denominada como capacidad nominal del sistema.

La capacidad instalada se caracteriza por la influencia en el rendimiento del funcionamiento de los artefactos disponible por parte de la familia.

1.3.2.4. Factor de demanda (Fd)

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 32)” manifiesta que: “Es la relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de él y la carga total instalada o conectada al sistema o parte de él. El Factor de demanda siempre es menor o igual a 1.”

Es la razón entre la demanda máxima del sistema para la carga instalada del sistema (Ec. 3), el fd es igual a 1 cuando todas las cargas están conectadas simultáneamente y menor que 1 cuando los aparatos eléctricos de una instalación no son usados al mismo tiempo. Constituyendo la distribución de cargas adecuadas o no, al requerimiento de los usuarios en el normal funcionamiento de artefactos disponibles.

$$\mathbf{Fd} = \frac{\mathbf{Demanda\ Máxima}}{\mathbf{Carga\ Instalada}} \qquad \mathbf{Ecuación\ 3\ (1.3.2.4)}$$

1.3.2.5. Factor de utilización (F_U)

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 37)” manifiesta que: “Es la relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de él y la capacidad nominal o instalada del sistema o parte de él”

El factor de utilización indica el grado al cual la capacidad de un sistema está siendo utilizado durante un pico de carga. Si el F_U es mayor que 1 indica que el transformador está siendo sobrecargado.

Este factor determina la relación existente entre la capacidad que puede entregar el sistema eléctrico y el requerimiento de los equipos conectados para con ello determinar si la red está dentro de sus rangos de operatividad o está siendo sobre utilizada. En la (Ec. 4) se establece los parámetros requeridos para determinar el factor de utilización.

$$F_U = \frac{\text{Demanda Máxima del Sistema}}{\text{Capacidad Instalada}} \quad \text{Ecuación 4 (1.3.2.5)}$$

1.3.2.6. Factor de potencia ($\cos \emptyset$)

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 38)” manifiesta que: “Es la relación entre la potencia activa y potencia aparente. Para sistemas de distribución se fija como norma un valor de 0.9, y en caso de que se presenten valores menores a este se deberá corregir a través de condensadores o cualquier otro método.”

Es un parámetro importante en el análisis de un alimentador pues un bajo factor de potencia determina mayor pérdidas en el sistema, lo cual se puede corregir mediante capacitores trifásicos o monofásicos.

Un bajo factor de potencia incrementa bajos voltajes, sobrecargas y anomalías en el sistema eléctrico el cual puede ser compensado por equipos que corrijan la potencia reactiva que inyectan las cargas a la red de distribución energética, así mejorando los índices de calidad por ende el factor de potencia. El factor de potencia se puede determinar empleando la (Ec. 5).

$$fp = \cos \emptyset = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} \quad \text{Ecuación 5 (1.3.2.6)}$$

1.3.2.7. Factor de carga (F_c)

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 34)” manifiesta que: “Mide el grado de variación de carga en un período determinado, es decir, indica el comportamiento general de la demanda comparado con su pico máximo. Como la

mayoría de sus cargas son variables durante un período de tiempo dado y solo tendrán algunos picos de demanda máximos; esta variación es medida a través del factor de carga.”

Es la relación entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo, siendo menor o igual a 1. El cálculo del factor de carga se efectúa mediante la (Ec. 6).

Este factor está influenciado por la cantidad de electricidad disponible y requerida por los usuarios durante un período de tiempo, de esta manera determinando el comportamiento del cliente alimentado por dicho sistema eléctrico para proyectar la curva de carga requerida en la subestación.

$$F_c = \frac{\text{Demanda Promedio}}{\text{Demanda Máxima}} \quad \text{Ecuación 6 (1.3.2.7)}$$

1.3.2.8. Factor de pérdidas (*f_{pérd}*)

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 45)” manifiesta que: “Para el cálculo de pérdidas de energía a partir de pérdidas de potencia se utiliza el factor de pérdidas. Este factor se define como la relación entre el valor medio y valor máximo de la potencia disipada en pérdidas en un intervalo de tiempo considerado.”

Este factor visualizado en la (Ec. 7) identifica el porcentaje de energía o potencia que se pierde a lo largo de la red por varios factores como la resistencia dependiendo del calibre de los conductores, un bajo factor de potencia y por las distancia en el transporte de energía eléctrica y equipos que conforman el sistema respectivo. En otras palabras estas pérdidas se deben al efecto joule $I^2 \cdot R$ que son potencias disipadas en calor.

$$F_{pérd} = \frac{\text{Valor medio de kWh de pérdida durante un periodo}}{\text{kW máximos de pérdidas x número de horas del periodo}} \quad \text{Ecuación 7 (1.3.2.8)}$$

1.3.2.9. Factor coincidencia (*F_{co}*)

Según “Sixto Humberto Achuri Holguín (2013, pág. 38)” manifiesta que: “El factor de coincidencia es la relación entre la demanda máxima diversificada del

grupo y la suma de las demandas máximas individuales. A mayor factor de coincidencia, más coincidentes en el tiempo son las demandas máximas individuales.”

Este factor compara cuan simultaneas operan los artefactos conectados a la red y se lo puede calcular mediante la aplicación del inverso del factor de diversidad o empleando la (Ec. 8).

En otras palabras este factor permite identificar la potencia y energía requerida en cada instante de tiempo diariamente, mensualmente y anualmente.

$$F_{CO} = \frac{1}{f_{div}} = \frac{\text{Demanda Máxima Diversificada del Grupo}}{\sum_{i=1}^n \text{Demandas Máximas Individuales}} \quad \text{Ecuación 8 (1.3.2.9)}$$

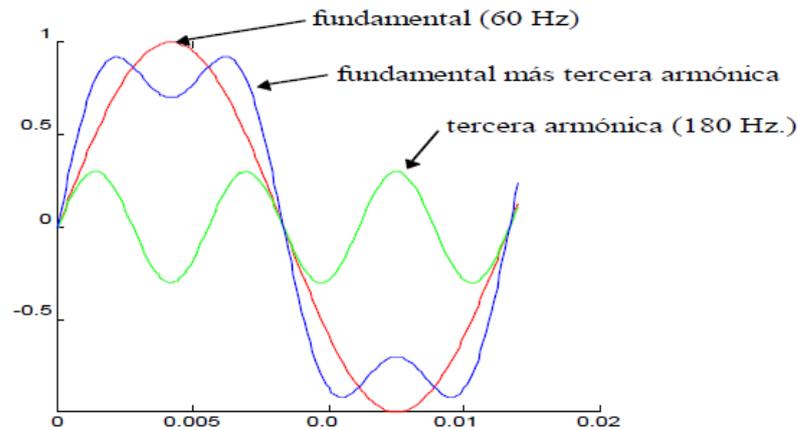
1.4. Los Armónicos en el Sistema Eléctrico

Debido a que las cocinas de inducción son consideradas como cargas no lineales que inyectan armónicos a la red en este epígrafe se abordará sobre cómo puede influir este tipo de fenómeno en el sistema eléctrico.

Según Héctor R. Estigarribia B. (2005, pág. 2) manifiesta: “Los armónicos son distorsiones de las ondas sinusoidales de voltaje y/o corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal, materiales ferromagnéticos, y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal”

Los problemas existentes en el sistema eléctrico son ocasionados por la implementación de cargas no lineales deformando las ondas como se observa en la figura 6, las mismas que crean inconvenientes en los sistemas de protección, en los condensadores y en los sistemas de medición, las cuales disminuyen la vida útil de los equipos. Se manifiesta que las distorsiones que se dan en los sistemas eléctricos se deben al conformismo, desconocimiento e irresponsabilidad de los involucrados en el consumo eléctrico.

FIGURA N° 6. SEÑAL FUNDAMENTAL MÁS TERCERA ARMÓNICA



*Fuente: Tesis de la Universidad Politécnica Salesiana,
<http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/271/14/Tesis.pdf>, 2004*

1.4.1. Tipos de Armónicos

1.4.1.1. Armónicos de voltaje.

Según Francisco Acevedo Donoso (2003, pág. 3): “Una red de alimentación puede ser fuente indirecta de armónicas de tensión. La relación entre la corriente armónica absorbida por cargas no lineales y la impedancia de fuente del transformador de alimentación se rige por la ley de Ohm, lo que provoca armónicas de tensión.”

Los armónicos de voltaje son directamente dependientes de la corriente como de la impedancia existente en el sistema, esto es debido al uso de cargas perturbadoras o distorsionadoras de los parámetros de la red. Además son ondas irregulares que ocasionan daños en los equipos, degradación de su eficiencia, inclusive en los conductores y transformadores lo que disminuye la vida útil de estos equipos y a la vez incrementando las pérdidas al sistema, estos efectos pueden tener dos afectaciones en relación al tiempo, unos de efectos instantáneos y los otros a largo plazo debido al calentamiento. Por lo tanto la presencia de armónicos ocasiona la aparición de voltajes no sinusoidales en diferentes puntos del sistema.

1.4.1.2. Armónicos de corriente.

Según Rledesma Universidad Nacional de Asunción - Facultad Politécnica (2009, pág. 7): “Las armónicas son creadas por cargas no lineales que absorben corrientes en impulsos bruscos en vez de hacerlo suavemente en forma sinusoidal. Estos impulsos crean ondas de corrientes distorsionadas que originan a su vez corrientes armónicas de retorno hacia otras partes del sistema de alimentación.”

La corriente requerida es provocada por impulsos suaves o cuando ya existe armónico; son los que contraen impulsos totalmente irregulares creando curvas distorsionadas y a su vez problemas en su regreso a la red existente del suministro de energía.

Por otra parte la frecuencia fundamental de 60 Hz aumenta según el armónico generado en la red, en cuanto al de tercer orden convierte a la frecuencia distorsionada en 180 Hz y afectando de este modo a equipos de protección que se disparen intempestivamente en operación normal, así como también el envejecimiento del aislamiento de los componentes de la red y como consecuencia la reducción de la energía.

1.4.2. Límites.

Según la REGULACIÓN No. ARCONEL – 004/01 (2010, págs. 8-9): “Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (V_i') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_i' y THD $\hat{}$) señalados a continuación en la Tabla 1.”

Con los datos extraídos de las mediciones realizadas con el analizador Fluke 1744 se debe comparar con las tablas emitidas por el ARCONEL tanto en armónicos impares no múltiplos de 3 y los múltiplos de 3 siendo estos los más perjudiciales para la red, de esta manera identificar el porcentaje excedente en comparación con las tablas y las mediciones, así dotando de propuestas para mantener la calidad de energía eléctrica para los usuarios.

TABLA N° 1. VARIACIONES DE VOLTAJE ADMITIDAS CON RESPECTO AL VALOR DEL VOLTAJE NOMINAL SEGÚN LA REGULACIÓN 004/01 DEL ARCONEL.

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $	
	(% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV	V ≤ 40 Kv
	(otros puntos)	(trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2,0	6,0
7	2,0	5,0
11	1,5	3,5
13	1,5	3,0
17	1,0	2,0
19	1,0	1,5
23	0,7	1,5
25	0,7	1,5
Impares múltiplos de tres		
3	1,5	5,0
9	1,0	1,5
15	0,3	0,3
21	0,2	0,2
THD	3	8

Fuente: ARCONEL regulación 004/01

1.4.2.1. Límites de distorsión en Voltaje

Según Ing. Eugenio Téllez Ramírez (2003, pág. 13): “El suministrador es responsable de mantener la calidad del voltaje en el sistema global, especificándose los límites para diferentes niveles de tensión.

Es importante notar que la definición de la distorsión armónica total THD que se utiliza es diferente a la convencional expresándose así la distorsión en función al voltaje nominal, que es un valor constante para cada usuario, estableciéndose así, una base fija de evaluación a lo largo del tiempo.”

La empresa eléctrica distribuidora del servicio energético en el área de concesión respectiva es responsable de dotar dicho servicio con niveles de voltaje adecuados para el correcto funcionamiento de los equipos conectados al sistema de distribución eléctrica analizando parámetros eléctricos que pudieren afectar a la calidad de producto como los THD de voltaje, por lo que se detalla en la tabla 2 los límites establecidos bajo normativas IEEE 519. Sin permitir distorsión de voltajes que estos ocasionan daños en los equipos de los usuarios que confían en la eficiencia y calidad de la energía.

**TABLA N° 2. LÍMITES DE DISTORSIÓN ARMÓNICA EN VOLTAJE
(IEEE 519)**

Límites de Distorsión Armónica de Voltaje en % del voltaje nominal		
Nivel de Tensión en la Acometida (V_n)	Distorsión armónica individual	Distorsión armónica total THD V_n
$V_n \leq 69KV$	3%	5%

Fuente: IEEE 519 o archivo del Ing. Eugenio Téllez Ramírez “DISTORSION ARMONICA”, 2013

1.4.2.2. Límites de distorsión en Corriente

Según Ing. Eugenio Téllez Ramírez (2003, pág. 14): “Las corrientes armónicas para cada usuario son evaluadas en la acometida y los límites se establecen en base a la relación entre la corriente de cortocircuito y la demanda máxima de corriente de la carga del usuario.”

Para el análisis sobre la distorsión armónica de corriente, se toma en cuenta la corriente de cortocircuito y la corriente de la carga identificando parámetros de cálculo, y bajo esta norma considerando un 25% de los valores expresados en la tabla 3 cuando son armónicos pares.

En cuanto a las mediciones de los armónicos se las puede realizar en los medidores de cada usuario para identificar que cliente tiene un mayor porcentaje de afectación o de forma global en cada centro de transformación determinando el porcentaje total de todos los usuarios conectados a él.

TABLA N° 3. LÍMITES DE LA DISTORSIÓN ARMÓNICA EN CORRIENTE EN LA ACOMETIDA (IEEE 519)

I_{CC}/I_L	TDD	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$h \geq 35$
$V_n \leq 69KV$						
< 20	5%	4%	2%	1,5%	0,6%	0,3%
20 – 50	8%	7%	3,5%	2,5%	1%	0,5%
50 – 100	12%	10%	4,5%	4%	1,5%	0,7%
100 – 1000	15%	12%	5,5%	5%	2%	1%
> 1000	20%	15%	7%	6%	2,5%	1,4%

Fuente: IEEE 519 o archivo del Ing. Eugenio Téllez Ramírez “DISTORSION ARMONICA”, 2013

1.4.3. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 101.

Esta norma dispone los diferentes requerimientos sobre la operatividad de las cocinas de inducción, así determinando parámetros de calidad de producto que es el total harmonic distortion por sus siglas en ingles THD y debe ser analizada individualmente siendo el THD_v y THD_i ; dotando en dicha norma los porcentajes máximos que puede variar cada una de las componentes y parámetros eléctricos con lo cual la frecuencia a la que la cocina de inducción funciona correctamente es de los 60Hz y a un voltaje de 220V.

La Distorsión Armónica Total (THD) no podrá superar el 3% con respecto a la fundamental para la diferencia de potencial eléctrica y 5% para la corriente en operación normal del equipo.

Se manifiesta seguridad y confort para el consumidor a través de normas y reglas técnicas para dar un servicio de calidad con las cocinas de inducción estructuradas bajo estándares establecidas para descontaminar y dar mayor facilidad en la cocción de alimentos.

Estas regulaciones permiten identificar que exceden el límite normal para el óptimo funcionamiento del sistema dotando soluciones para mitigar dichas anomalías en la red eléctrica.

1.5. Regulación 004/01.

1.5.1. Niveles de voltaje.

Según José Raúl Rivera Calle (2013, pág 48): “Los niveles de voltaje en los alimentadores primarios, varían a lo largo de la línea de transporte, pero esta variación debe mantenerse dentro de ciertos límites permisibles, de acuerdo a la normativa vigente.”

Los límites de variaciones de voltaje admitidas por el ARCONEL con respecto al valor del voltaje nominal se señalan en la tabla 4:

TABLA N° 4. LÍMITES DE VARIACIÓN DE VOLTAJE REGULACIÓN 004/01

VARIACIONES DE VOLTAJE REGULACIÓN 004/01 ARCONEL		
	Sub etapa 1	Sub etapa 2
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje Urbano	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje Rural	± 13,0 %	± 10,0 %

Fuente: ARCONEL

Los niveles de voltaje tanto en alimentadores primarios como en secundarios emitidos según la regulación 004/01 del ARCONEL debe ser acatada por todas las empresas eléctricas del país para de esta manera tener una óptima operatividad del sistema eléctrico con servicios de calidad hacia los diferentes tipos de usuarios como los residenciales en el cual se enfoca dicha investigación.

1.5.2. Calidad de energía

Según Pablo Turmero (2013, págs. 33-34): “Calidad de la Energía Eléctrica, se percibe como algo indeterminado. Pero que se puede definir a través de los disturbios que la generan, de la siguiente manera: Es la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto concierne a la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico (confiabilidad).”

La calidad de energía se constata en inexistencia de sobrecargas, armónicos, variaciones de voltajes y otros, que provocan ineficiencia e inseguridad en el suministro de energía eléctrica. Si es controlado o analizado estos defectos o fallas del sistema se tendrá una calidad eficiente y segura para consumir este servicio en las distintas cargas que se adquieren para el funcionamiento en los domicilios.

La calidad de energía se valora cuando al funcionar correctamente un equipo se efectúa en forma eficiente sin causar daños o desperfectos, solo de esta manera se puede comentar el mal o buen servicio de la energía eléctrica, dando durabilidad a los distintos artefactos o equipos existentes.

Según Freddy V. Sarmiento Jadán, Víctor J. Sánchez Calle (2009, págs. 8-9): “Para garantizar a los consumidores un suministro eléctrico continuo y confiable, fue necesario dictar regulaciones relacionadas con los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación a los que deben someterse las empresas distribuidoras del servicio eléctrico, los mismos que fueron emitidos y aprobados por el ARCONEL, se refiere a la Regulación 004/01”

El ente encargado de la supervisión y operatividad en cuestión de calidad de energía determina y analiza parámetros reguladores para cumplir estándares aceptados para el óptimo funcionamiento de los equipos, con estos se garantiza la utilización del servicio por parte de los consumidores para satisfacción y mantenimiento de los distintos artefactos.

La ecuación emitida por la regulación 004/01 del ARCONEL para el análisis del factor de distorsión total armónica, determinando así el índice de calidad; que servirá para el estudio planteado en el alimentador 2 de la subestación Pujilí.

La calidad de energía se refiere a mantener los parámetros eléctricos en óptimas condiciones sin caídas de voltaje, sobrecargas de los equipos y pérdidas técnicas en el sistema.

1.6. Mediciones

Según la REGULACIÓN No. ARCONEL – 004/01 (2010, pág. 8): “El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema.
3. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.”

Las mediciones deben realizarse respetando normas para efectuar el análisis respectivo para de esta manera obtener valores significativos y reales, por lo que se debe realizar las mediciones utilizando el instrumento denominado analizador de carga con las siguientes características visualizadas en la tabla 5.

TABLA N° 5. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ANALIZADOR DE CARGA FLUKE 1744 POWER QUALITY LOGGER MEMOBOX.

	PARÁMETROS	DETALLES
 <p>FLUKE 1744</p>	4 entradas de voltaje	L1, L2, L3, N
	Voltaje de alimentación	88 Va 660 V absolutos, 5Hz/60Hz
	Entrada de corriente	15 A /150 A /3000 A C.A.
	Almacenamiento de datos	8 MB
	Dimensiones	170 mm x 125 mm x155 mm
	Peso	Aprox:2 kg
	Rango de temperatura de funcionamiento	desde -10°C a 50°C
	Parámetros medidos	Valores de voltaje y corriente eficaz, potencia activa y reactiva, energía, factor de potencia, frecuencia, THD v y THDi
	Longitud del intervalo	1,3,5,10,30 seg 1,5,10,15,60 min

Fuente: Productos FLUKE 1744 PQ Log

1.7. Software Utilizado.

1.7.1. CYMDIST.

En la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., y debido al continuo avance tecnológico hace posible contar con el software CYMDIST que permite realizar un análisis técnico de manera confiable en el sector eléctrico mediante la simulación del comportamiento de las redes eléctricas, desde la generación hasta la entrega del servicio de energía eléctrica a los consumidores.

Según Wilson David González Hidalgo (2014, pág. 87): “Para la simulación en el programa CYMDIST ingresamos los siguientes parámetros: Potencia (kW), Factor de Potencia y Factor de Carga, para cada uno de los alimentadores. El software permite realizar una distribución de carga de acuerdo al número y potencia de cada transformador instalado. El análisis se lo hace de manera individual para determinar la afectación en cada alimentador.

Una vez realizada la distribución de la carga, se procede a correr Flujos de Potencia. El flujo de potencia se utiliza para calcular las potencias entrantes y salientes de diferentes generadores, subestaciones y centros de consumo. Se utiliza para saber si la potencia ofrecida es aceptable según las condiciones de carga.

Los parámetros de salida seleccionados, dentro de las múltiples opciones disponibles, fueron: Transformadores Sobrecargados, Condiciones Anormales, Detallado de Caídas de Tensión y Reporte Sumario de Alimentador. Se seleccionó estos parámetros porque son los que mejor reflejan el estado del alimentador y los diferentes elementos que lo conforman.”

En la figura 7 se visualiza la pantalla de ingreso del Cymdist 5.04 que es un programa computacional diseñado para realizar estudios de planificación de las redes eléctricas de distribución, ingresando el alimentador 2 de la subestación Pujilí en el área de trabajo del software, de esta manera realizar las diversas simulaciones y análisis predictivos para evaluar el impacto de los cambios efectuados en la red. Este software permite ejecutar diversos estudios como el flujo de carga, caída de voltaje, cálculo de cortocircuito, dimensionamiento y

ubicación óptima de condensadores, balance, distribución y evaluación de cargas, análisis en régimen permanente con perfiles de carga, análisis armónico, entre otros. Permitiendo extraer los reportes de los estudios realizados.

FIGURA N° 7. SOFTWARE CYMDIST



Fuente: Foto extraída del programa CYMDIST

CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1. Aspectos generales de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

2.1.1. *Antecedentes históricos*

Según la Revista ELEPCO S.A., Noviembre del 2014. El 11 de abril de 1909 se inauguró en forma oficial el servicio de Alumbrado Eléctrico, conformándose lo que se llamó los Servicios Eléctricos Municipales, entidad que desde aquella fecha fue la encargada de administrar la energía eléctrica producida por una pequeña planta hidráulica de 30 kW. Al transcurrir los años y al incrementarse la utilización del servicio eléctrico fue necesario que en 1925 se inaugure otra Central Hidráulica de 300 kW.

En 1967 entró en operación la Central Illuchi N° 2 con 1400 kW y el servicio eléctrico se extendió a las zonas rurales, es decir, a las parroquias de Aláquez, Joseguango, Guaytacama, Mulaló, Tanicuchí, Toacazo, Pastocalle, a 29 recintos y caseríos; además se vendía en bloque a los municipios de Pujilí y Saquisilí.

El día 2 de mayo de 1975 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL se hace cargo de la administración de la energía eléctrica de Cotopaxi y funda el Sistema Eléctrico Latacunga (S.E.L.).

En el mes de mayo de 1977 el S.E.L. se interconecta al Sistema Nacional mediante la S/E San Rafael y una línea de 69 KV. Hasta la ciudad de Ambato.

Ante el notario segundo del cantón Latacunga el 25 de noviembre de 1983 se otorga la escritura pública de constitución de la compañía anónima denominada "EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A., ELEPCO S.A."

El 1ro de febrero de 1984 entra en funcionamiento la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., siendo sus Accionistas INECEL y los Ilustres Municipios de Latacunga, Saquisilí, Salcedo y Pujilí.

2.1.2. Área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

El área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.), está ubicada en el centro del país con una superficie aproximadamente de 6569 km² y 409.205 habitantes que comprende los cantones de Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Pángua y La Maná.

2.1.3. Misión

“Proveer el servicio público de electricidad, para las ciudadanas y ciudadanos en su área de concesión, con eficiencia, calidez y responsabilidad socio ambiental, para alcanzar el buen vivir”

2.1.4. Visión

“En los próximos tres años, seremos la empresa del sector eléctrico del país reconocida, distinguida y renombrada por su excelencia, que garantiza un servicio público con calidad y eficiencia sostenibles”

2.1.5. Dedicación

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi acorde con su objeto social, tiene como finalidad la prestación del servicio público de electricidad en su área de concesión, mediante la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, enmarcada en este contexto su fin es brindar el suministro de energía eléctrica a sus clientes con parámetros de calidad, ofreciendo un servicio continuo y

confiable, convirtiéndose en una empresa innovadora que impulsa el desarrollo socio-económico de la Provincia de Cotopaxi.

2.1.6. Ubicación Geográfica

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., está localizada en la República del Ecuador, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia La Matriz, calle Marqués de Maénza 5-44 y Quijano y Ordoñez, lugar en el cual se encuentran ubicadas las oficinas centrales.

2.2. Diseño metodológico

2.2.1. Método de investigación

2.2.1.1. Método Inductivo - Deductivo

El método inductivo – deductivo se utilizó para la recopilación de datos de las mediciones realizadas con los analizadores de carga, para con ello realizar la proyección de la demanda.

De esta manera la utilización de estos métodos servirá para dar soluciones viables que necesitan ser ejecutadas en la red de la Subestación Pujilí para la repotenciación de las respectivas redes.

2.2.1.2. Método Analítico-Sintético

Este método permitirá descomponer el objeto de investigación, es decir, separar todos los componentes del sistema eléctrico en estudio, para realizar un correcto y eficiente análisis de forma característica y posteriormente unificarlo para obtener el diseño apropiado del conocimiento deseado en el desarrollo investigativo.

Aplicando el método mencionado se inició la identificación del número de alimentadores que conforman la subestación Pujilí, de la cual se determinó la existencia de dos alimentadores. Por lo tanto para el objeto de estudio se enfocó en uno de ellos, procediendo a contabilizar el número total de usuarios servidos por el alimentador Pujilí Centro Alpamalag y también a categorizarlas por tipo de usuario.

2.2.2. Tipos de Investigación

2.2.2.1. Investigación de Campo

Esta investigación ayudará a determinar y analizar el estado del sistema de distribución energética en forma directa tal cómo se presenta el sistema de energía eléctrica del alimentador 2 de la Subestación Pujilí y de esta manera recolectar la información acorde a la realidad.

2.2.2.2. Investigación Aplicada

La investigación aplicada consiste en determinar conocimientos establecidos para poder aplicar en un campo específico del desenvolvimiento analítico y desarrollar soluciones a problemas que se encuentran en el sistema eléctrico. Por tanto el procedimiento de este tipo de investigación servirá para obtener datos del Alimentador 2 de la Subestación Pujilí por la incorporación de cocinas de inducción en el cantón Pujilí para regular y mantener el servicio energético.

Los conocimientos prácticos y científicos obtenidos en la investigación, se aplicará para analizar y tomar correctivos en el servicio eléctrico de los consumidores residenciales del Cantón Pujilí.

2.2.3. Técnicas de la Investigación

2.2.3.1. La Observación

Es la Técnica más adecuada en la investigación, partiendo de la utilización sensorial para el correspondiente registro de datos obtenidos en el proceso, llegando a obtener resultados sorprendentes.

Esta técnica ayuda a obtener un margen global del estado en la parte eléctrica del Alimentador 2 de la Subestación Pujilí dando un breve enfoque visual se puede apreciar la cantidad de sistemas y equipos instalados.

Con esta técnica se evidencia de mejor manera las instalaciones de las cocinas de inducción, una vez dentro de la misma, se podrá comprobar la cantidad y magnitud de las estrategias empleadas para su finalidad.

2.3. Subestación de Distribución Pujilí

2.3.1. Descripción de la subestación Pujilí

La subestación Pujilí observada en la figura 8 está compuesta por diferentes equipos eléctricos y un transformador de potencia de 5 MVA con conexión $\Delta Y1$. Actualmente el transformador está operando alrededor 4.7 MVA en la hora de mayor demanda, debido a que abastece a dos alimentadores por lo que la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. realizó una transferencia de carga el día 14 de noviembre del 2015 pasando el alimentador 1 a interconectarle a la Subestación San Rafael de la ciudad de Latacunga, según datos proporcionados por el departamento de planificación.

El alimentador 2 Pujilí Centro-Alpamalag es un circuito radial e interconectado a la subestación Pujilí, está conformado por redes aéreas desnudas y preensambladas tanto monofásicas como trifásicas con diferentes calibres de conductores.

El crecimiento poblacional de manera acelerada del cantón Pujilí va incrementando la demanda hacia el alimentador número 2 de la subestación Pujilí, más en la parte céntrica de la ciudad donde se encuentra la mayor concentración de carga pero no se debe descartar tampoco las afueras de la ciudad que también tienen un índice de crecimiento relativamente alto, es por ello que la Subestación alcanza el 94% y más aun con la incorporación de las cocinas a inducción que son una carga adicional no esperada la cual este alimentador debe soportar.

La ejecución del proyecto de investigación se realizara en el alimentador 2 Pujilí Centro-Alpamalag, perteneciente a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.) ubicado en el cantón del mismo nombre. Esta Subestación dispone de dos alimentadores a 13.8 kV que brindan el servicio a los diferentes tipos de usuarios existentes.

FIGURA N° 8. SUBESTACIÓN PUJILÍ

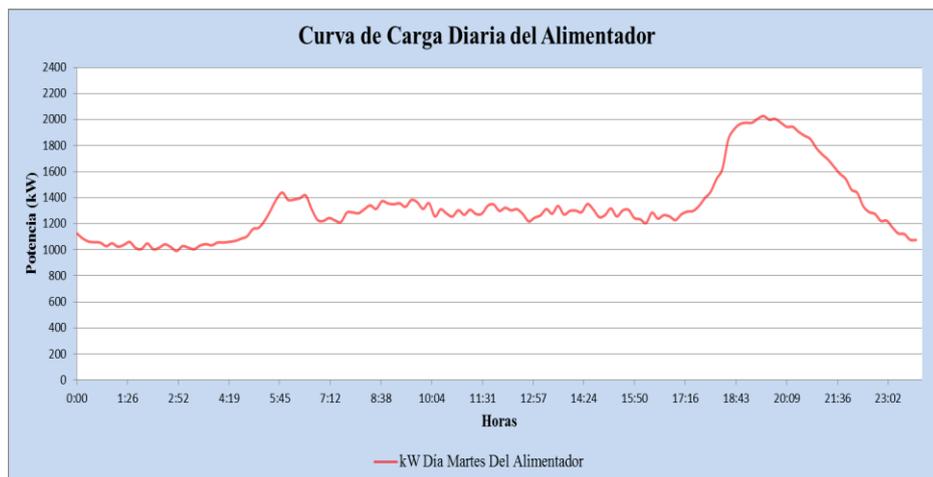


Fuente: ELEPCO S.A.

2.3.2. Curvas de Carga del Alimentador 2 de la Subestación Pujilí

La curva de carga diaria del alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag está representada en la figura 9 por los datos de potencia en intervalos de tiempo de 10 minutos establecidos en la regulación 004/01, en el caso de la demanda máxima ocurre a partir de las 18:30 hasta las 20:30 adquiriendo una potencia de 2026 kW en el transcurso de este tiempo el sector residencial tiene un mayor consumo.

FIGURA N° 9. CURVA DE CARGA DIARIA DEL ALIMENTADOR 2 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ



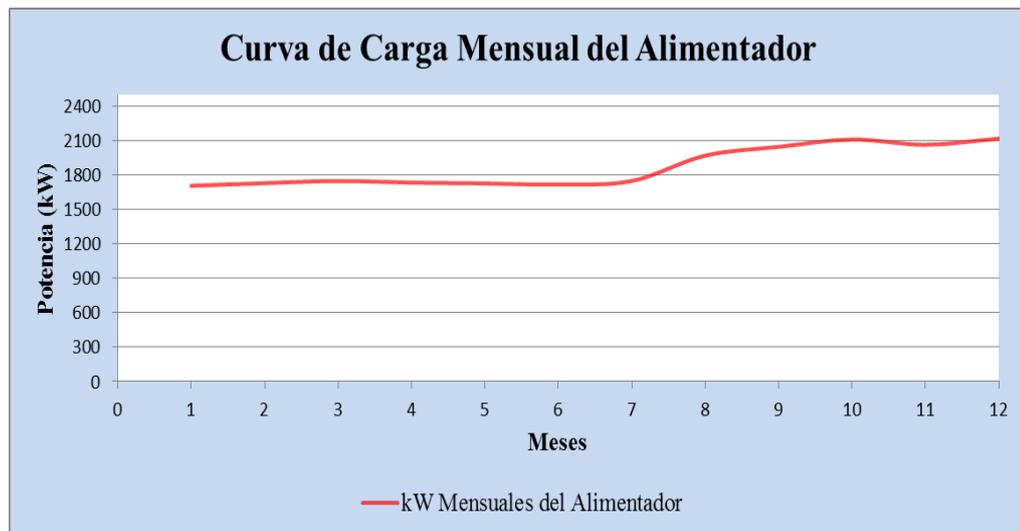
Fuente: Departamento de Planificación ELEPCO S.A.

Elaborado Por: Investigadores

La curva representada en la figura 10 se realizó con las demandas máximas mensuales registradas en el año 2015 del alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag,

donde se visualiza que en el último mes presenta un pico mayor a comparación de los meses anteriores con un valor 2117.31 kW la misma que fue proporcionado por el área de planificación de la ELEPCO S.A.

FIGURA N° 10. CURVA DE CARGA MENSUAL DEL ALIMENTADOR 2 DE LA SUBESTACIÓN PUJILÍ



Fuente: Departamento de Planificación ELEPCO S.A.

Elaborado Por: Investigadores

2.4. Distribución de cocinas de inducción por empresa distribuidora

El plan maestro de electrificación se constituye en una herramienta integral e intersectorial de planificación para las empresas distribuidoras determinando procedimientos para la migración del uso de gas licuado de petróleo a electricidad en la cocción de alimentos en usuarios residenciales dándose así el cambio de la matriz energética, por ello las empresas eléctricas distribuidoras deberán prepararse para este cambio con reforzamiento e incluso cambio de su infraestructura con ello se logrará mantener la calidad de energía eléctrica confiable y segura. En lo referente a las empresas eléctricas distribuidoras deberán realizar estudios técnicos y diseñar sus redes, subestaciones de tal manera que se pueda abastecer la nueva demanda requerida por los clientes residenciales.

En la tabla 6 se encuentra la rendición de cuentas del año 2015 por parte de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., donde se detallan las metas y el porcentaje de cumplimiento de las cocinas de inducción.

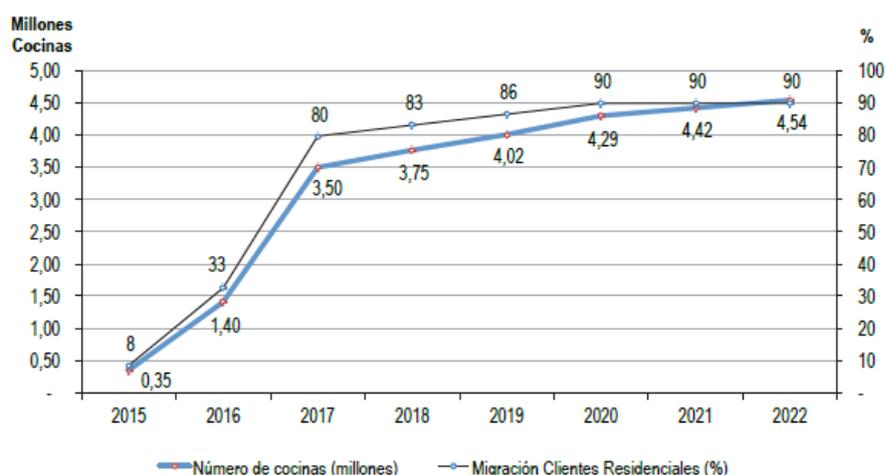
TABLA N° 6. COCINAS DE INDUCCIÓN POR EMPRESA DISTRIBUIDORA

AÑOS	COCINAS DE INDUCCIÓN		
	Metas	Instaladas	% Cumplimiento
2015	34720	3319	9,56

*Fuente: Rendición de cuentas 2015 ELEPCO S.A.
Elaborado Por: Investigadores*

A partir del año 2015 van ingresando las cocinas de inducción en un porcentaje mínimo del 8% con 0,35 millones de cocinas ingresadas, para el año en curso se espera cumplir un porcentaje del 33% en la migración del uso de cocinas a gas por las cocinas de inducción y en el año 2017 el 80% de usuarios residenciales contara con la cocina de inducción llegando al 90% en el 2021, como se detalla en la figura 11.

FIGURA N° 11. CURVA DE PENETRACIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SNI.



*Fuente: Plan Maestro de Electrificación 2013-2022
Elaborado Por: Investigadores*

2.5. Operacionalización de Variables

2.5.1. Operacionalización de la Variable Independiente: Análisis de la demanda en el Alimentador Pujilí Centro - Alpamala.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Es la cantidad de potencia requerida en un tiempo para el correcto funcionamiento de los diferentes equipos eléctricos conectados al sistema</p> <p>Los intervalos de demanda normalmente empleados son 10, 15, 30 y 60 minutos. De ellos el más usual es el de 10 minutos.</p>	Curva de demanda	Potencia [W]	Observación
	Demanda Máxima	Potencia [W]	Analizador FLUKE 1744 Power Quality Logger Memobox
	Proyección de la demanda	Simulación	Observación Cymdist
	Factor de coincidencia	Frecuencia y tiempo de uso	Guías de diseño de ELEPCO S.A.

Elaborado Por: Investigadores

2.5.2. Operacionalización de la Variable Dependiente: Determinar los parámetros eléctricos e índices de calidad en el Alimentador Pujilí Centro – Alpamalag considerando las cocinas de inducción.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Dotar del servicio eléctrico con sus parámetros eléctricos en estado estable, es decir, el voltaje, corriente, factor de potencia y frecuencia dentro de la normativa vigente.	Variaciones de voltaje [ΔV].	Voltios [V]	Observación Analizador FLUKE 1744 Power Quality Logger Memobox
	Potencia	Vatios [W]	
	Corriente	Amperios [I]	
	Distorsión armónica total de voltaje y corriente [THD_V] [THD_I]	Porcentaje [%] THD	
	Energía	kWh	Analizador FLUKE 1744 Power Quality Logger Memobox

Elaborado Por: Investigadores

2.6. Condiciones actuales del alimentador 2 Pujilí Centro- Alpamalag de la ELEPCO S.A.

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. dentro del área de concesión (5645,35 km²), tiene como finalidad dotar de servicio eléctrico, mediante la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica.

El alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag consta de 3049 usuarios categorizados como residenciales, comerciales, industriales y otros. Dicho alimentador dispone de una longitud total de 61 km de los cuales 17 km en red aérea trifásica en medio voltaje con un calibre de conductor ACSR N° 3/0, 41.53 km de red aérea monofásica con un calibre de conductor ACSR N° 4 y 2 km en red subterránea trifásica en medio voltaje con un calibre N° 1/0 Cu.

Tiene un total de 173 transformadores, 141 son monofásicos y 32 son trifásicos visualizados en la tabla 7.

**TABLA N° 7. CANTIDAD DE TRANSFORMADORES POR CAPACIDAD
INSTALADA**

MONOFÁSICOS		TRIFÁSICOS		POTENCIA INSTALADA (kVA)
CAPACIDAD	CANTIDAD	CAPACIDAD	CANTIDAD	
5 kVA	28	30 kVA	7	350
10 kVA	58	45 kVA	10	1030
15 kVA	18	50 kVA	2	370
25 kVA	25	75 kVA	3	850
37,5 kVA	11	100 kVA	3	712,5
50 kVA	1	120 kVA	3	410
		125 kVA	4	500
TOTAL	141	TOTAL	32	4222,5

Elaborado Por: Investigadores

Para realizar la simulación del estado actual del alimentador se recurrió a la base de datos existentes en el departamento de planificación de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. y a los datos técnicos descargados de los medidores ION de la subestación Pujilí.

Para crear el equivalente de red de la subestación Pujilí en el software CYMDIST se necesita los datos del equivalente de Thevenin que fueron proporcionados por el departamento de planificación, visualizados en la tabla 8.

TABLA N° 8. DATOS DEL EQUIVALENTE DE RED

FALLA TRIFÁSICA			FALLA MONOFÁSICA						
Ik"	Sk"	ip	Ik"	Sk"	ip	R0	X0	RI	XI
kA	MVA	kA	kA	MVA	kA	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm
2,172	259,5	4,252	1,477	58,8	2,892	14,24	46,49	6,32	19,16
X	R	Z							
19,16	6,32	20,18							

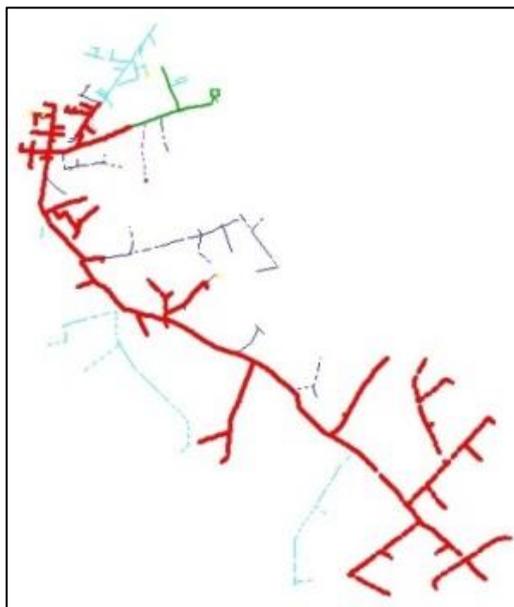
Elaborado Por: Investigadores

Mediante los datos técnicos proporcionados por la ELEPCO S.A. se tiene valores de la barra de 69 kV, el transformador de 5 MVA en conexión $\Delta Y1$ y la barra de 13,8 kV con los respectivos datos solicitados por el software CYMDIST para conectar el alimentador 2 con la subestación Pujilí y proceder a realizar las respectivas modelaciones y análisis pertinentes con la base de datos proporcionados por el departamento de planificación con los consumos y potencias del sistema a diciembre del 2015.

En la misma se procedió a determinar de color azul, morado y celeste las fases A, B, C respectivamente para una mejor visualización.

Realizada la simulación del alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag para las demandas máximas encontrándose sin mayores inconvenientes la cargabilidad de las líneas en medio voltaje; pudiendo observar la caída de voltaje desde el tramo trifásico 12532_MTA hasta el tramo monofásico 30644_MTA del alimentador visualizada de color rojo en la figura 12. Se puede agregar que el alimentador en el año 2015 ya se encuentra con anomalías en sus equipos como es el caso de caídas de voltaje, sobrecargas y pérdidas en el sistema.

FIGURA N° 12. SITUACIÓN ACTUAL DEL ALIMENTADOR CON DEMANDA MÁXIMA



Elaborado Por: Investigadores

Realizando la distribución de carga en el alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag se puede observar la sobrecarga de algunos transformadores detallados en la tabla 9 con su correspondiente cargabilidad, los mismos que permitirán determinar propuestas de cambio de transformadores en función del número de usuarios, del consumo y otros parámetros de dimensionamiento del transformador.

TABLA N° 9. TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR

Nro. equipo	Cap Nom (kVA)	Nudo origen	Nudo destino	Carga (%)
21677_MTA-1	37,5	MTA_S_21677	MTA_L_21677	351,6
718	37,5	MTA_L_12690	MTA_L_12691	351,4
8643	37,5	MTA_L_29515	MTA_L_29514	351,3
739	37,5	MTA_L_29503	MTA_L_29508	351,3
738	37,5	MTA_L_29510	MTA_L_29511	351,3
735	37,5	MTA_L_29492	MTA_L_29498	351,3
734	37,5	MTA_L_29481	MTA_L_29482	351,3
CT2	125	MTS_L_9328	MTS_L_9329	105,5
7019	37,5	MTA_L_30790	MTA_L_30791	351,6

Elaborado Por: Investigadores

Realizada la simulación en el software CYMDIST y obtenido los resultados del flujo de carga se visualiza en la tabla 10 parte de los tramos que se encuentran en condiciones de bajo voltaje siendo los tramos 29490_MTA, 29493_MTA, 29492_MTA y 29491_MTA los más críticos superando los límites del $\pm 3\%$ establecido en la regulación 004/01 del ARCONEL, así también se especifica los parámetros eléctricos y características de los conductores que exceden los límites.

TABLA N° 10. TRAMOS CON BAJO NIVEL DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR

Nro. equipo	Id equipo	V (pu)	Longitud pi	IEquil (Amps)	kVLL
29475_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,93	137,7	104,1	12,8
29476_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,929	130	104,1	12,8
29488_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,929	63	104,1	12,8
29477_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,929	66,5	102,9	12,8
29481_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,928	126,7	102,9	12,8
29480_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	133,8	82,8	12,8
29479_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	130,3	82,8	12,8
29478_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	130,3	20,9	12,8
29512_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	134,4	20,9	12,8
29513_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	120,4	20,9	12,8
29494_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	72,8	61,9	12,8
29490_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	134,8	61,9	12,8
29493_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	122,3	61,9	12,8
29492_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	147,6	61,9	12,8
29491_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	85,8	41,7	12,8

Elaborado Por: Investigadores

Mediante la simulación realizada en el año 2015 con un 3% de funcionamiento de las cocinas de inducción se puede visualizar en la tabla 11 la existencia de tramos trabajando en sobrecarga, sobrepasando los límites admitidos por la regulación vigente del ARCONEL. La cargabilidad que presentan es elevada en muchos de ellos esto ocasiona pérdidas considerables para el sistema eléctrico y también a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

TABLA N° 11. LÍNEAS SOBRECARGADAS

Nro. Equipo	Nudo origen	Nudo destino	IEquil (Amps)	Carga (%)
I21677_MTA	MTA_L_21677	IMTA_L_21677	1094,4	608
I12691_MTA	MTA_L_12691	IMTA_L_12691	1138,4	632,4
I29514_MTA	MTA_L_29514	IMTA_L_29514	1159,3	644
I29508_MTA	MTA_L_29508	IMTA_L_29508	1162,9	646
I29511_MTA	MTA_L_29511	IMTA_L_29511	1162,6	645,9
I29498_MTA	MTA_L_29498	IMTA_L_29498	1161	645
I29482_MTA	MTA_L_29482	IMTA_L_29482	1156,8	642,7
I9329_MTS	MTS_L_9329	IMTS_L_9329	338	149,8
I30791_MTA	MTA_L_30791	IMTA_L_30791	1098,8	610,5

Elaborado Por: Investigadores

Se puede visualizar en la tabla 12 los resultados al realizar el flujo de carga en el software CYMDIST de la cabecera del alimentador dando como consecuencia un desbalance de corriente en la fase B con 159,5 A en comparación de la fase A que dispone de 51,6 A y la fase C con 79,1 A. En tal razón se explica que por la fase B circulan corrientes mayores a la capacidad que puede soportar el conductor, por lo que se debe elevar el calibre del conductor.

En tal circunstancia se debe realizar principalmente un balance de carga, logrando con esto equilibrar corrientes que circulan en las diferentes fases, para con ello disminuir pérdidas y caídas de voltaje.

TABLA N° 12. FLUJO DE CARGA EN LA CABECERA DEL ALIMENTADOR

	kVLL p.u.	kVLN p.u.	i (A)	kVA	kW	kVAr	FP
A	0,98	0,99	51,6	406,8	389,3	118	95,7
B	0,96	0,96	159,5	1226,7	1131,5	473,8	92,24
C	0,98	0,98	79,1	618,9	593	177,3	95,81
Total				2249	2114	769	

Elaborado Por: Investigadores

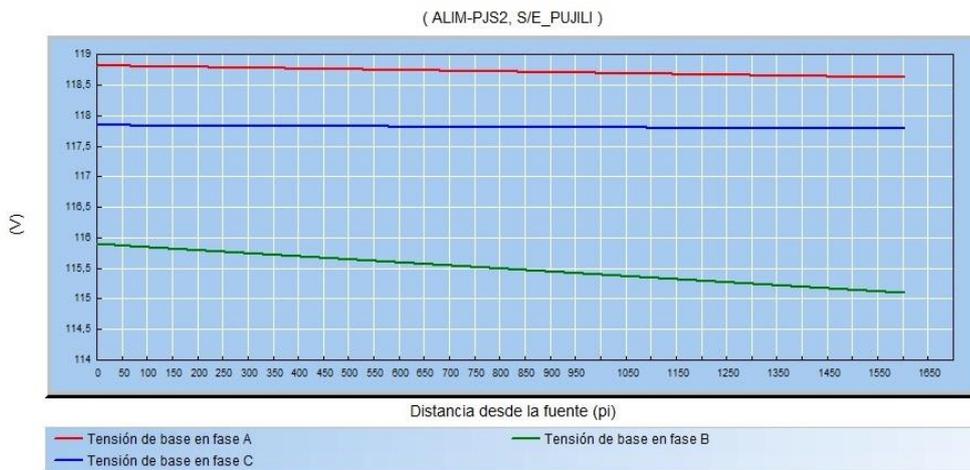
2.6.1. Perfiles de voltaje

De acuerdo a la simulación realizada en el software Cymdist de la situación actual del alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag se puede visualizar las siguientes curvas referidas a potencia, voltaje y corriente.

La figura 13 indica el perfil de voltaje en el tramo 103684_MTA donde se puede observar que la fase B tiene mayor caída de voltaje con respecto a las fases A y C, debido a que dicha fase dispone de mayor carga.

Esto puede ocasionar irregularidades tanto en los equipos de suministro de energía eléctrica como en los electrodomésticos de los consumidores. Por lo que se recomienda realizar una reconfiguración y dimensionamiento del sistema de distribución.

FIGURA N° 13. PERFIL DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR



Elaborado Por: Investigadores

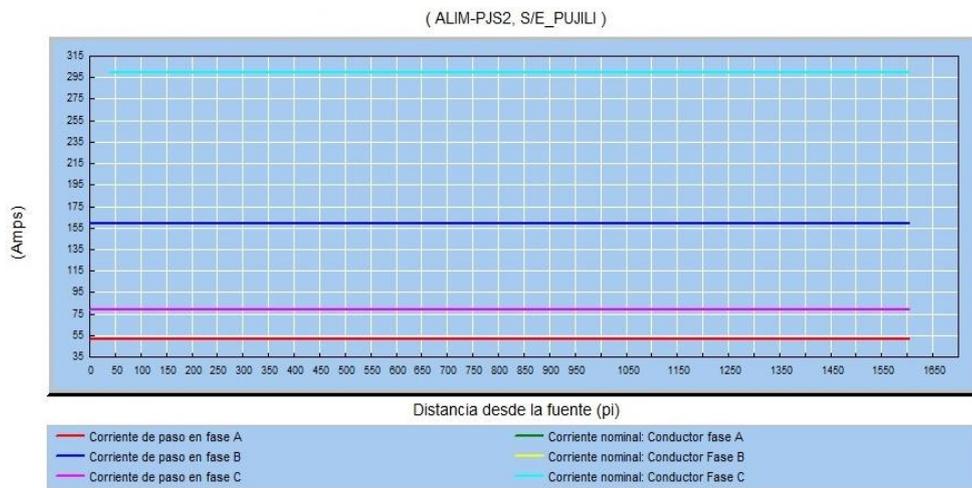
2.6.2. Capacidad nominal del conductor

En la figura 14 se puede apreciar un comparativo por fase de corrientes nominales que soporta el conductor bajo características técnicas de proveedor y corriente que circula por él debido a la carga conectada en el tramo trifásico 103684_MTA, esto permitiendo verificar la cargabilidad de los conductores, de tal manera la capacidad nominal del conductor ACSR 3/0 de la fase B es de 300 amperios y

mediante la simulación se puede observar que circula un máximo de 159 amperios.

Por tal motivo no es necesario realizar cambio de calibre de conductores con la demanda existente en el 2015 pero a futuro no se puede asegurar por las múltiples necesidades de las nuevas demandas en el sistema.

FIGURA N° 14. CAPACIDAD NOMINAL DEL CONDUCTOR CORRIENTE DEL ALIMENTADOR 2 PUJILÍ CENTRO - ALPAMALAG



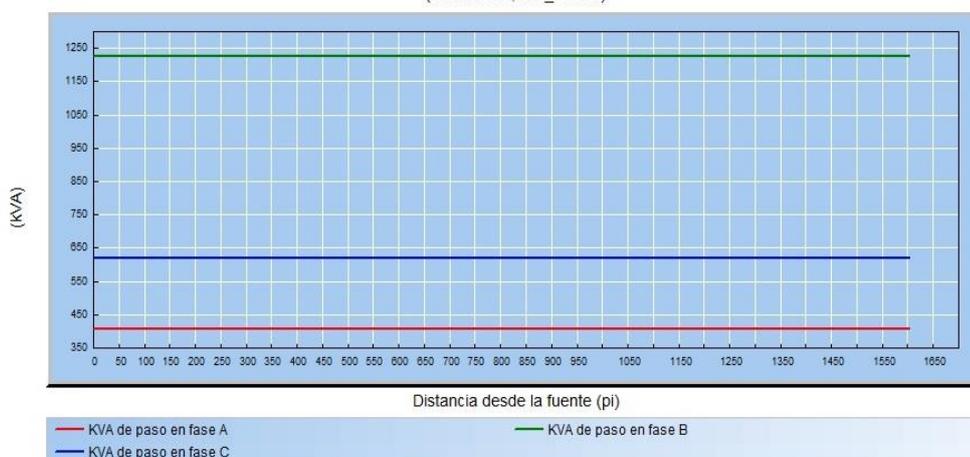
Elaborado Por: Investigadores

2.6.3. Perfiles de kVA

La figura 15 muestra los perfiles de potencia en kVA actuales del alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag del tramo trifásico 103684_MTA, donde se evidencian que a mayor longitud de la fuente la potencia va disminuyendo considerablemente, a más de ello la fase A y C en su punto de arranque ya se encuentra desequilibrada en comparación con la fase B.

Este perfil permite visualizar claramente que la fase B reflejada de color verde dispone de mayor capacidad de kVA conectados; esta disponibilidad se puede distribuir a las fases A y C de manera equitativa para con ello disminuir las anomalías observadas en las figuras anteriores. Esta sugerencia solo a partir del presente período debido al incremento de los kVA de dichas fases y ocasionar mayores desequilibrios y pérdidas al sistema.

FIGURA N° 15. PERFIL DE kVA DEL ALIMENTADOR 2 PUJILÍ
CENTRO - ALPAMALAG
 (ALIM-PJS2, S/E_PUJILI)



Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 13 se encuentran los valores arrojados de la simulación realizada en el software CYMDIST en condiciones actuales del alimentador con la incorporación de un 3% de las cocinas de inducción, se visualiza los valores de potencia activa, reactiva, aparente con su respectivo factor de potencia. Además se encuentran las pérdidas de las líneas, cables, transformadores durante el año 2015.

También se observa la capacidad de conducción de los conductores, los cuales realizando la respectiva simulación arroja las pérdidas totales correspondientes a todo el alimentador para su año inicial.

En la parte de los condensadores los valores arrojados son cero debido a que actualmente el sistema no presenta ningún condensador para mejorar los niveles de voltaje y el bajo factor de potencia presente, eso no quiere decir que en instancias futuras no se los requiera, eso se verá mediante la simulación respectiva.

Claramente se visualiza que con un porcentaje mínimo de ingreso de las cocinas de inducción el sistema eléctrico ya presenta anomalías las cuales deben ser corregidas para que los niveles de voltaje se encuentren dentro de la regulación vigente 004/01 del ARCONEL y los usuarios reciban un servicio de calidad.

Constatándose valores actuales sin las demandas futuras que posiblemente se incrementen, con esta realidad se propone tomar correctivos adecuados para la eficiencia del servicio eléctrico.

**TABLA N° 13. REPORTE SUMARIO ACTUAL DEL ALIMENTADOR 2
PUJILI CENTRO ALPAMALAG**

Resumen total	2015			
	kW	kVAr	kVA	FP (%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	2125,3	858,6	2292,2	92,72
Producción total	2125,3	858,6	2292,2	92,72
Carga leída (no regulada)	1993,5	498,5	2054,9	97,01
Carga utilizada (regulada)	1992,7	498,3	2054,1	97,01
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Cargas totales	1992,7	498,3	2054,1	97,01
Capacitancia del cable	0	18,42	18,42	0
Capacitancia de la línea	0	17,09	17,09	0
Capacitancia shunt total	0	35,52	35,52	0
Pérdidas en las líneas	37,54	52,25	64,34	58,35
Pérdidas en los cables	4,14	1,34	4,36	95,13
Pérdidas en los transformadores	90,86	342,2	354,07	25,66
Pérdidas totales	132,54	395,8	417,41	31,75

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 14 se detalla las pérdidas existentes en los transformadores, líneas, cables por caídas de voltaje y sobrecargas de los equipos que intervienen en el alimentador en estudio; por lo que se especifican los costos por pérdidas generadas en dólares.

Estas pérdidas son creadas por la distancia existente entre el suministro de energía y el consumidor, por otra parte debido a no encontrarse la subestación en el centro de carga o por la existencia de mayor concentración de usuarios en los ramales finales del alimentador.

TABLA N° 14. COSTOS ANUALES DE LAS PÉRDIDAS DEL ALIMENTADOR 2 PUJILÍ CENTRO- ALPAMALAG.

Costo anual de las pérdidas del sistema	2015		
	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	37,54	328,83	9,86
Pérdidas en los cables	4,14	36,29	1,09
Pérdidas en los transformadores	90,86	795,93	23,88
Pérdidas totales	132,54	1161,06	34,83

Elaborado Por: Investigadores

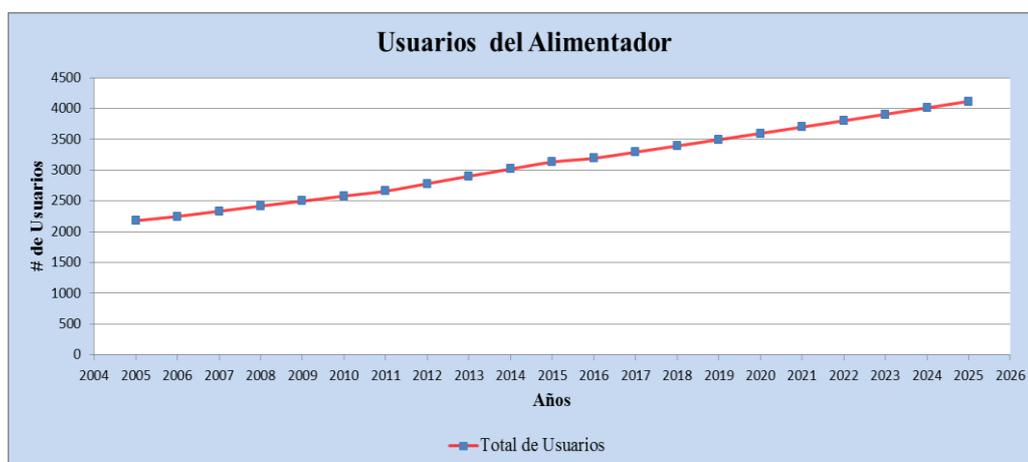
2.7. Proyección de número de usuarios.

Para realizar la proyección de la demanda se partió de una base de datos sobre clientes existentes en la ELEPCO S.A. de manera global, la misma que se encontraba con datos distribuidos por cantones.

Mediante comparación con datos extraídos del software ARCGIS y la base de la Empresa Eléctrica Provincia Cotopaxi S.A., proporcionados por el área de planificación se determina el número exacto de usuarios del alimentador en estudio desde el 2005 hasta el 2015, dicha información sirvió como punto de partida para determinar los clientes residenciales, comerciales, industriales y otros referentes al alimentador Pujilí Centro - Alpamalag; divididos así acorde a su categorización y consumo.

En tal sentido para obtener los valores de los años futuros del número de usuarios se lo realizó mediante el método estadístico de regresión lineal el cual toma valores históricos y mediante los coeficientes de regresión dado por este método se realizó la proyección, como se observa en la figura 16. Esta imagen proporciona datos referentes al número de usuarios a ingresar en los próximos años para con ello proyectar la demanda requerida en dicha subestación y alimentador.

FIGURA N° 16. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS RESIDENCIALES.



Elaborado Por: Investigadores

2.8. Potencia de las cocinas de inducción

Para obtener los datos técnicos de las cocinas de inducción instaladas en el alimentador Pujilí Centro-Alpamalag, se acudió al área del PEC (Programa de Eficiencia en la cocción) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., quienes son los encargados del cambio de medidores monofásicos a trifásicos para el óptimo funcionamiento de las cocinas de inducción de igual manera dotaron de la información exacta de las viviendas donde cuentan con las cocinas de inducción instaladas en el alimentados 2 de la subestación Pujilí y las potencias respectivas de cada una de ellas, tanto de las cocinas con horno como las encimeras así: indurama (8240 W), ecoline (9600 W), haceb (5100 W), ecasa (4000 W).

2.8.1. Mediciones de los parámetros eléctricos de la cocina de inducción haceb de 5100W.

Las mediciones realizadas con el analizador de carga durante 7 días cada 10 minutos en el circuito expreso y acometida proporcionando parámetros como voltaje, corriente, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente.

Se determina el comportamiento de la cocina de inducción de sus diferentes parámetros, los mismos que sirven para realizar la proyección de la demanda con

la incorporación de la nueva carga para ello se basa en los datos expuestos en la tabla 15 y 16. Permitiendo determinar el comportamiento diario del uso de la cocina en un cliente residencial. Por tal motivo se observa en la tabla 15 la demanda máxima de potencia utilizada en el desayuno, almuerzo y merienda durante los 7 días de medición.

Finalmente dotando datos requeridos para el funcionamiento óptimo de las cocinas de esta manera pudiendo dimensionar la capacidad de la subestación.

TABLA N° 15. POTENCIA MÁXIMA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

Días	Potencia máxima en la mañana	Potencia máxima en la tarde	Potencia máxima en la noche
	kW	kW	kW
LUNES	0,4054	1,7363	0,9146
MARTES	1,2112	0,916	0,8754
MIÉRCOLES	0,0007	1,5151	0,4417
JUEVES	0,5635	1,5876	0,5389
VIERNES	1,1474	1,3701	0,9784
SÁBADO	0,4163	1,1916	1,6885
DOMINGO	0,6912	0,5679	0,0022

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 16 se detallan los consumos de energía diarios de la cocina de inducción por semana, dando un valor total de 11.2993 kWh.

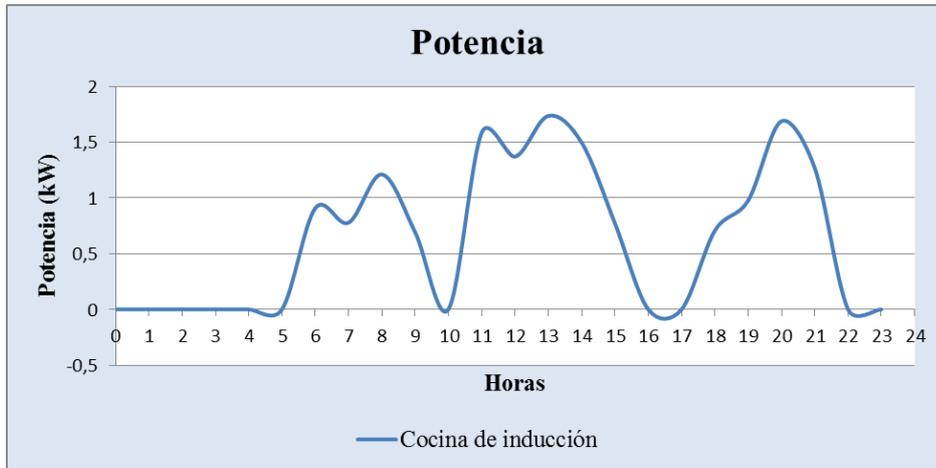
TABLA N° 16. ENERGÍA TOTAL DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

Días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Energía Total
Energía (kWh)	2,611	1,0399	0,7699	1,3664	3,1042	2,0003	0,4076	11,2994

Elaborado Por: Investigadores

Mediante la recopilación de los datos obtenidos del período de medición y una vez analizados mediante un histograma los datos de potencia y energía que son los más relevantes para este estudio sobre el comportamiento diario de la cocina de inducción que se observa en las figuras 17 y 18.

FIGURA N° 17. CURVA DE POTENCIA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN



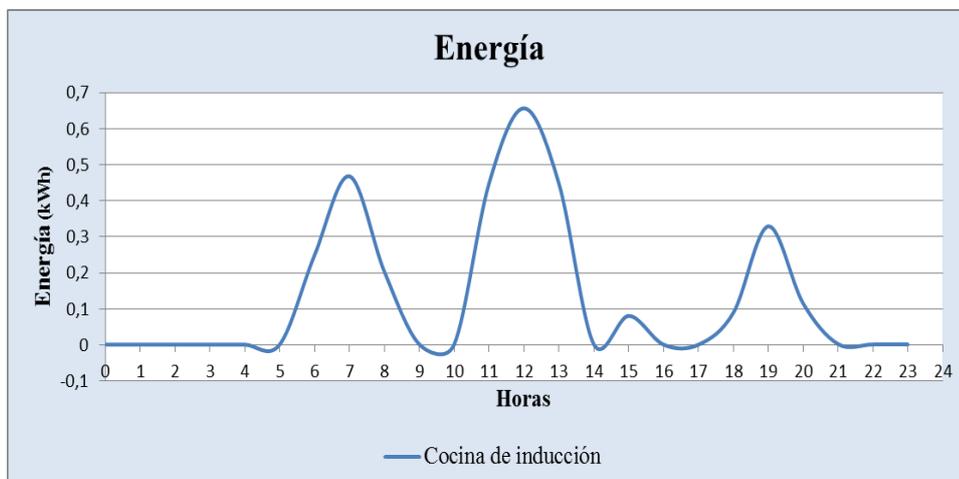
Elaborado Por: Investigadores

En la figura 17 se puede apreciar el comportamiento al usar la cocina de inducción en los diferentes horarios del día, dándole una potencia de 1,211224 kW en la mañana, 1,73633 kW en la tarde y de 1,688461 kW en la noche.

De esta manera al entrar las cocinas el pico de potencia se da al medio día, para con ello proyectar la demanda de potencia en el alimentador en estudio desde el 2015 hasta el 2025.

Esta realidad exige un estudio necesario para una correcta atención a los usuarios en el tiempo y espacio requerido.

FIGURA N° 18. CURVA DE ENERGÍA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN



Elaborado Por: Investigadores

En la figura 18 se observa el consumo de la cocina de inducción durante el día, dando una energía de 0.467848 kWh en la mañana, de 0.656342 kWh en la tarde y de 0.328997 kWh en la noche.

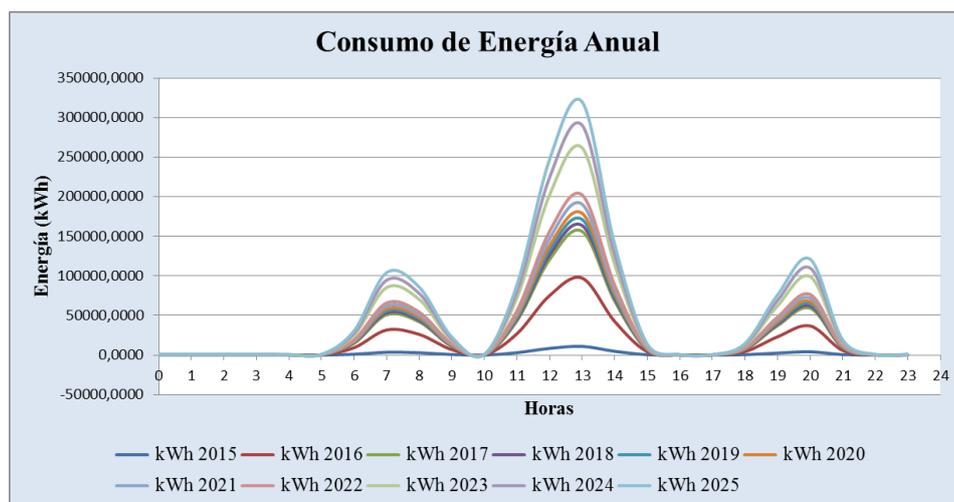
Para el 2015 año en el cual se inicia la instalación y utilización de las cocinas se ve reflejado este uso en las curvas de las figuras 20 y 21, y aún más para los siguientes años donde ingresarán un mayor número de cocinas al sistema eléctrico.

En la figura 19 se visualiza el consumo de energía diaria requerida por las cocinas de inducción desde el año 2015 hasta el 2025, las mismas que servirán en el pronóstico de la demanda.

El consumo de la energía y potencia se obtuvo mediante las mediciones realizadas con el analizador de carga en las respectivas acometidas, las mismas que abastecen de energía eléctrica a la cocina de inducción proyectando de esta manera la demanda requerida anualmente en relación al número de cocinas a ingresar cada año.

La curva va creciendo año a año debido a que ingresan nuevos usuarios a formar parte del sistema.

FIGURA N° 19 CURVA DE CONSUMO ANUAL DE LA COCINA DE INDUCCIÓN HACEB



Elaborado Por: Investigadores

2.9. Proyección de la demanda

Partiendo de los datos históricos proporcionados por ELEPCO S.A., de 10 años atrás los cuales sirvieron como punto de arranque para iniciar la proyección de la demanda hasta el año 2025 observada en la tabla 17, en los cuales van incluidos los consumos de las categorías de acuerdo al pliego tarifario incluidos los consumos de la nueva carga que es la cocina de inducción, también para realizar la proyección de la demanda se basó en los datos históricos de la población del sistema, número de habitantes por vivienda, número de viviendas, el porcentaje de viviendas electrificadas y número de abonados servidos por el alimentador perteneciente a ELEPCO S.A.

TABLA N° 17. EVOLUCIÓN DE LOS CONSUMOS SECTORIALES CON COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL PERÍODO 2015-2025

AÑO	Consumo Residencial (GWh)	Consumo Comercial (GWh)	Consumo Industrial (GWh)	Consumo Otros (GWh)	Consumo Total (GWh)
2015	3,89	2,58	3,22	1,44	11,12
2016	4,46	2,61	3,44	1,58	12,09
2017	4,91	2,81	3,57	1,59	12,88
2018	5,19	3,09	3,76	1,65	13,70
2019	5,49	3,39	3,95	1,72	14,55
2020	5,79	3,71	4,14	1,79	15,43
2021	6,11	4,05	4,32	1,85	16,33
2022	6,44	4,4	4,51	1,91	17,26
2023	6,94	4,74	4,63	1,92	18,23
2024	7,34	5,12	4,8	1,97	19,22
2025	7,75	5,53	4,95	2,01	20,25

Elaborado Por: Investigadores

2.9.1. Proyección de la demanda del primer escenario mediante la potencia de la cocina en funcionamiento en el alimentador.

Mediante las mediciones y análisis realizados con los analizadores de carga en la cocina de inducción que se encuentra funcionando en el alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag se determina el incremento en la curva de demanda que

tendrá en los siguientes años por el ingreso de la nueva carga como es la cocina de inducción. Las mediciones se pueden visualizar en los anexos 5.

TABLA N° 18. POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN I ESCENARIO

AÑO S	Número de usuarios residenciales	% acumulativo de los usuarios a cambiar cocinas de inducción	Demanda máxima kW en la mañana	Demanda máxima kW en la tarde	Demanda máxima kW en la noche	Potencia total kW en la mañana	Potencia total kW en la tarde	Potencia total kW en la noche
2015	2746	3%	0,2299	0,3306	0,3211	18,93916	27,23483	26,45222
2016	2788	26%	0,2299	0,3306	0,3211	166,6499	239,6453	232,759
2017	2867	41%	0,2299	0,3306	0,3211	270,2406	388,6104	377,4434
2018	2945	41%	0,2299	0,3306	0,3211	277,5928	399,183	387,7122
2019	3023	42%	0,2299	0,3306	0,3211	291,8948	419,7496	407,6878
2020	3101	43%	0,2299	0,3306	0,3211	306,5556	440,832	428,1644
2021	3179	45%	0,2299	0,3306	0,3211	328,8834	472,9398	459,3496
2022	3257	46%	0,2299	0,3306	0,3211	344,4408	495,3115	481,0784
2023	3336	59%	0,2299	0,3306	0,3211	452,4984	650,7001	632,0019
2024	3414	63%	0,2299	0,3306	0,3211	494,4735	711,0611	690,6283
2025	3492	68%	0,2299	0,3306	0,3211	545,9113	785,0295	762,4712

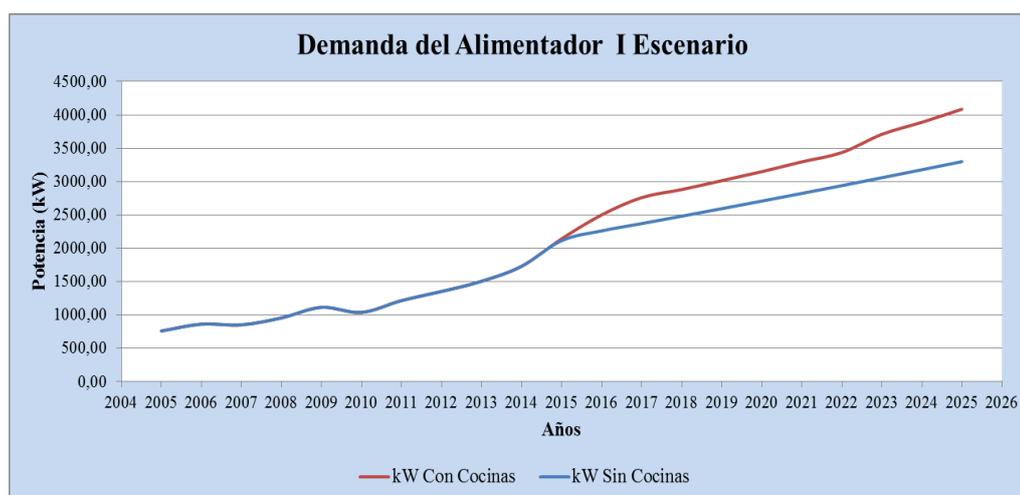
Elaborado Por: Investigadores

Una vez realizada las mediciones en varios usuarios que cuentan con la cocina de inducción se realizó los datos arrojados por los analizadores de carga, además se obtuvo la información del número real de cocinas instaladas en el alimentador 2 hasta el mes de

diciembre del año 2015 y teniendo en cuenta que en el año 2015 el 3% de los usuarios cambiaron de la cocina a gas por la de inducción. Para los años posteriores el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, establece metas tentativas para las distribuidoras en las cuales se basó para tener un porcentaje de ingreso referencial de las cocinas.

Obtenidos los datos de los 7 días de medición se procede a realizar un tabla con los datos de potencia de los cuales se extrajo las demandas máximas, medias y mínimas correspondientes a la tarde, noche y mañana respectivamente; los cuales sirvieron para proyectar la demanda requerida por el alimentador desde el año 2015 e incrementándose año a año el número de usuarios con cocinas de inducción y por ende la potencia hasta llegar al año 2022 en el cual se tiene previsto un ingreso del 46% de las cocinas como se lo visualiza en la tabla 18.

FIGURA N° 20. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (kW) I ESCENARIO



Elaborado Por: Investigadores

La incorporación de las cocinas de inducción se da a mediados del año 2015 en el cual la curva de demanda del alimentador mantiene una tendencia de crecimiento histórica, pero una vez ingresadas las cocinas se visualiza un incremento en la curva de demanda del alimentador que se observa en la figura 20 dando un valor de 4085,32 kW.

Por lo tanto para el año 2015 se refleja un ingreso de cocinas del 3% las cuales es de 82 usuarios que están utilizando para la preparación de las tres comidas diarias,

otros para la cocción de dos comidas al día debido a condiciones laborales no se encuentran el mayor tiempo en su domicilio.

2.9.1.1. Flujo de Carga

El flujo de carga se ejecuta con los datos encontrados de la proyección de la demanda hasta el año 2025 de los grupos de consumidores, incorporado el consumo de las cocinas de inducción el cual se obtuvo mediante mediciones por 7 días cada 10 minutos que se encuentra en el anexo 3, estas mediciones multiplicadas por el número de días que tiene el año.

Para determinar el cambio en el comportamiento del alimentador se realiza un análisis cada tres años.

Los valores requeridos para ingresar en el software CYMDIST se obtuvieron de la proyección de la demanda seleccionando como datos los consumos totales por año y realizando una distribución de carga anual.

Al realizar un flujo de carga se obtuvo en la cabecera los datos detallados en la tabla 19.

TABLA N° 19. FLUJO DE CARGA EN LA CABECERA DEL ALIMENTADOR 2015 -2025

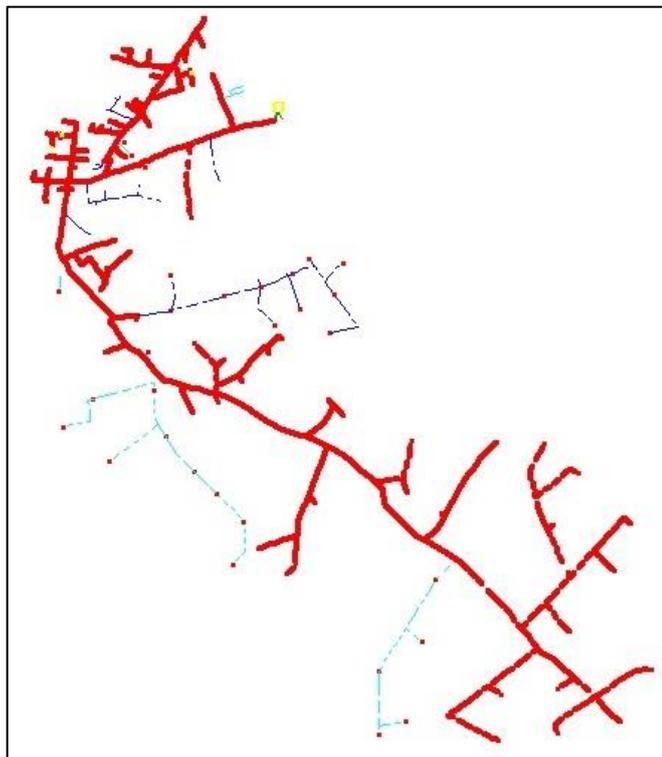
	kVLL (p.u.)	kVLN (p.u.)	i (A)	kVA	kW	kVAR	FP
2015							
A	0,98	0,99	51,6	406,8	389,3	118	95,7
B	0,96	0,96	159,5	1226,7	1131,5	473,8	92,24
C	0,98	0,98	79,1	618,9	593	177,3	95,81
Total:				2249	2114	769	
2018							
A	0,98	0,985	66	518,9	493,8	159,2	95,18
B	0,96	0,957	170,2	1306,3	1208	497,3	92,47
C	0,98	0,975	105,4	820,1	781,4	248,9	95,28
Total:				2643	2483	905	
2021							
A	0,98	0,982	75,9	595,4	567,1	181,4	95,25
B	0,95	0,95	193	1473,1	1359,8	566,5	92,31
C	0,97	0,971	121,6	942,7	899,4	282,2	95,41
Total:				3008	2826	1030	
2025							
A	0,97	0,979	90	703,2	670,5	211,9	95,35
B	0,95	0,941	224,5	1699,6	1565,6	661,6	92,11
C	0,97	0,966	144,7	1116,4	1067,2	327,8	95,59
Total:				3515	3303	1201	

Elaborado Por: Investigadores

2.9.1.2. Comportamiento del alimentador

Una vez incorporadas las cocinas de inducción se visualiza en la figura 21 como va a afectar al alimentador la incorporación de las nuevas cargas hasta el año 2025, reflejados en varios transformadores sobrecargados superando su capacidad nominal y en distintos tramos con niveles de bajo voltaje.

**FIGURA N° 21.ALIMENTADOR 2 PUJILÍ CENTRO –ALPAMALAG
INCORPORADA LAS COCINAS DE INDUCCIÓN AL AÑO 2025.**



Elaborado Por: Investigadores

Una vez realizada la proyección de la demanda e inserción de las cocinas de inducción hasta el año 2025 se observa en la tabla 20 que algunos de los transformadores perteneciente al alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag no se encuentran en la capacidad de recibir la nueva carga en los años futuros.

Existen transformadores con niveles de sobrecarga altos como son los de 37,5 kVA los mismos que se encuentran en la parte del centro de Pujilí los cuales se deben tener en cuenta para tomar las medidas pertinentes.

TABLA N° 20. TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR EN EL AÑO 2025

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Cap Nom (kVA)	Carga (%)
21677_MTA-1	MTA_S_21677	MTA_L_21677	37,5	438,9
718	MTA_L_12690	MTA_L_12691	37,5	414,3
8643	MTA_L_29515	MTA_L_29514	37,5	399,6
739	MTA_L_29503	MTA_L_29508	37,5	397,2
738	MTA_L_29510	MTA_L_29511	37,5	397,4
735	MTA_L_29492	MTA_L_29498	37,5	398,4
734	MTA_L_29481	MTA_L_29482	37,5	401,2
CT2	MTS_L_9328	MTS_L_9329	125	203,1
7019	MTA_L_30790	MTA_L_30791	37,5	442,6
5699	MTA_L_12546	MTA_L_12547	5	135,4

Elaborado Por: Investigadores

Al realizar la corrida de flujos en el programa computacional para modelamiento de redes de distribución CYMDIST y sacar los reportes de cómo se encuentra el alimentador y de esta manera determinar los equipos con anomalías.

En la tabla 21 se puede observar un porcentaje de los resultados entregados por la simulación del alimentador en el año 2025 una vez que en el sistema hayan ingresado el 68% de las cocinas de inducción, las mismas que se encuentran en funcionamiento en los usuarios residenciales y en el anexo 22 se encuentra la totalidad de los tramos con bajos voltajes.

TABLA N° 21. TRAMOS CON BAJO NIVEL DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR EN EL AÑO 2025

Nro. equipo	Id equipo	V (p.u.)	Longitud (pi)	IEquil (Amps)	kVLL
29481_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,899	126,7	126,1	12,4
29480_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,898	133,8	101,6	12,4
29479_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,898	130,3	101,6	12,4
29478_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,898	130,3	25,9	12,4
29512_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	134,4	25,9	12,4
29475_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,901	137,7	128,5	12,4
29476_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,901	130	128,5	12,4
12739_MTA	ACSR.2,ACSR.4,1CP,B,10	0,913	48	1,4	12,6
12740_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	91,9	1,4	12,6
12741_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	104,8	1,4	12,6
12742_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	106,9	1,4	12,6
29488_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,9	63	128,5	12,4
29477_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,9	66,5	126,1	12,4
29496_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	38	48,8	12,4
29500_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	124	48,8	12,4

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 22 se visualiza un reporte cada tres años de la cargabilidad de los transformadores en cada uno de los tramos con su respectiva capacidad las mismas se obtuvieron mediante una distribución de carga por el método kVA conectados que dispone el programa computacional CYMDIST. Los datos para el ingreso en el software se obtuvieron de la proyección de la demanda con un horizonte de estudio de 10 años en los cuales ya están los valores de la demanda de la cocina de inducción.

TABLA N° 22. REPORTE CYMDIST DE LA CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES EN EL PERÍODO 2015 – 2025

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Cap Nom (kVA)	Carga (%) 2015	Carga (%) 2018	Carga (%) 2021	Carga (%) 2025
21677_MTA-1	MTA_S_21677	MTA_L_21677	37,5	351,6	358,1	394,1	438,9
718	MTA_L_12690	MTA_L_12691	37,5	351,4	343,1	375,1	414,3
8643	MTA_L_29515	MTA_L_29514	37,5	351,3	333,9	363,6	399,6
739	MTA_L_29503	MTA_L_29508	37,5	351,3	332,4	361,8	397,2
738	MTA_L_29510	MTA_L_29511	37,5	351,3	332,6	361,9	397,4
735	MTA_L_29492	MTA_L_29498	37,5	351,3	333,2	362,7	398,4
734	MTA_L_29481	MTA_L_29482	37,5	351,3	334,9	364,9	401,2
CT2	MTS_L_9328	MTS_L_9329	125	105,5	148,4	171	203,1
7019	MTA_L_30790	MTA_L_30791	37,5	351,6	359,6	396,4	442,6
5699	MTA_L_12546	MTA_L_12547	5			114	135,4

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 23 se observa un reporte desde el año 2015 hasta el año 2025 de las caídas de voltaje en por unidad (p.u.) evaluados en rangos para su mayor entendimiento así como también se encuentra detallado por número de tramo con su respectivo valor en por unidad siendo el más crítico el 0,88 p.u. Encontrándose de esta manera un mayor número de anomalías en el alimentador. Características que exigen la aplicabilidad de la propuesta para de esta manera dar solución y entregar a la ciudadanía el servicio de calidad, sin causar daños al sistema peor a los artefactos de los usuarios.

**TABLA N° 23. REPORTE CYMDIST CANTIDAD DE LÍNEAS CON
CAÍDAS DE VOLTAJE EN EL PERÍODO 2015 – 2025**

Voltajes p.u.	Cantidad de tramos con caídas de voltaje año 2015	Cantidad de tramos con caídas de voltaje año 2018	Cantidad de tramos con caídas de voltaje año 2021	Cantidad de tramos con caídas de voltaje año 2025
0.88 - 0.90			56	160
0.91 - 0.93	103	124	68	85
0.94 - 0.97	173	198	215	217
Total	276	322	339	462

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 24 se puede apreciar las pérdidas ocasionadas en el sistema desde el año 2015 al 2025, también se observa las pérdidas en dólares año a año de las líneas, cables y transformadores. En donde el mayor costo se ve reflejado en el año 2025 donde existe mayor cantidad de pérdidas con un valor de 63,55 \$/año; cabe recalcar que hasta el año 2025 estarían en un 68% funcionando las cocinas de inducción. Esta investigación exige determinar alternativas de solución que conlleven a minimizar las pérdidas de potencia y energía, las mismas que permiten operar de una manera correcta, sin afectar la vida útil de los equipos inmersos en el alimentador.

**TABLA N° 24. REPORTE CYMDIST COSTOS ANUALES DE LAS
PÉRDIDAS DEL SISTEMA PERÍODO 2015 – 2025**

Costo anual de las pérdidas del sistema	2015		2018		2021		2025	
	kW	k\$/año	kW	k\$/año	kW	k\$/año	kW	k\$/año
Pérdidas en las líneas	37,54	9,86	46,92	12,33	60,92	16,01	83,53	21,95
Pérdidas en los cables	4,14	1,09	4,97	1,31	6,43	1,69	8,77	2,3
Pérdidas en los transformadores	90,86	23,88	95,31	25,05	116,41	30,59	149,52	39,29
Pérdidas totales	132,54	34,83	147,2	38,68	183,76	48,29	241,82	63,55

Elaborado Por: Investigadores

2.9.2. Proyección de la demanda del segundo escenario aplicando la metodología del MEER.

Tomando en cuenta la metodología del MEER para la sustitución del uso de las cocinas tradicionales a gas (GLP) por cocinas de inducción de 3 kW, con un factor de demanda del 80%. Dando como resultado 2.4 kW, este valor se utilizó para el cálculo de la potencia que se incrementará en la curva de demanda del alimentador Pujilí Centro – Alpamalag detallada en la tabla 25.

TABLA N° 25. POTENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN II ESCENARIO

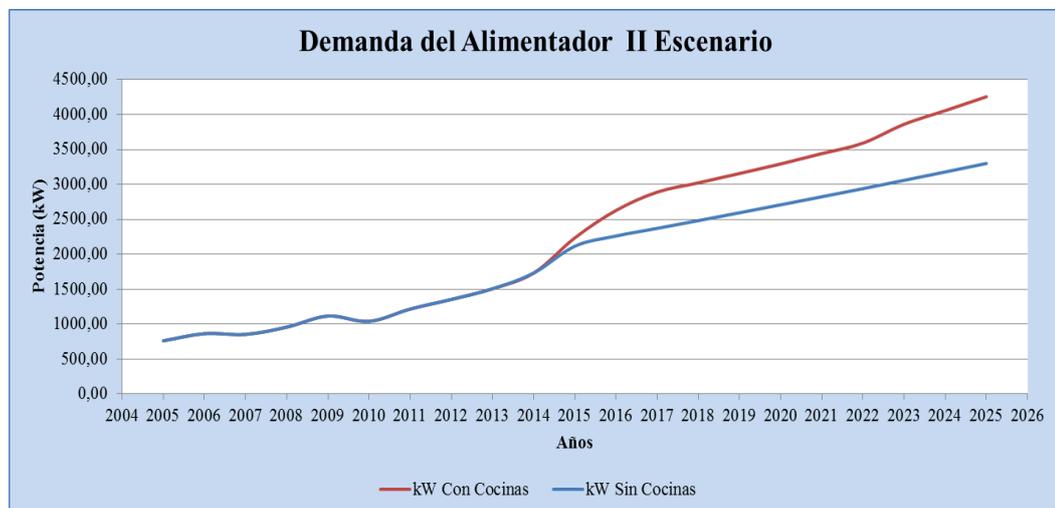
AÑOS	Número de usuarios residenciales	% acumulativo de los usuarios a cambiar cocinas de inducción en función de la tasa de crecimiento del MEER	Potencia Cocinas de inducción (Kw)	Factor de simultaneidad	Demanda máxima coincidente (KW)	Factor pico de la noche	Demanda máxima (KW)	Potencia Total del sistema (KW) en hora pico
2015	2746	16%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	120
2016	2788	48%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	366
2017	2867	66%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	518
2018	2945	67%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	540
2019	3023	68%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	562
2020	3101	69%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	585
2021	3179	71%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	618
2022	3257	73%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	651
2023	3336	88%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	803
2024	3414	94%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	878
2025	3492	100%	2,4	0,19	0,456	0,6	0,2736	955

Elaborado Por: Investigadores

La proyección de la demanda se la realizó con los datos históricos desde el año 2005 hasta el 2015 facilitados por el departamento de planificación de la Empresa Eléctrica Provincia Cotopaxi S.A., año en el cual entraron en funcionamiento las cocinas de inducción; utilizando el método de regresión lineal hasta llegar al año 2025 detallado en el capítulo 1.

En la figura 22 se puede visualizar la curva de demanda del alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag con la incorporación de las cocinas de inducción llegando a un valor de 4255,29 kW.

FIGURA N° 22. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (kW) II ESCENARIO



Elaborado Por: Investigadores

La curva de demanda mantiene una línea tendencial de los datos de los años históricos hasta llegar al año 2014 donde inicia a incrementarse el consumo, este crecimiento va en aumento hasta el año 2015 de forma notoria debido a varios aspectos principales como son: La implementación del Programa de Eficiencia Energética para Cocción por Inducción (PEC) en el sector residencial y al producto del fenómeno natural de la posible erupción del Volcán Cotopaxi la cual llevó a la migración de muchos de los habitantes a zonas seguras reflejándose un incremento en la curva de la demanda. Además en el año 2015 se tiene un aumento estimado del 16% del crecimiento de la demanda eléctrica y para los posteriores años sigue el incremento hasta el año 2025 se la puede visualizar en la tabla 25.

Para determinar la demanda máxima unitaria proyectada se aplica un factor de simultaneidad de 0.19 de acuerdo al número de clientes estos valores es obtenida de la curva de la Westhinghamouse y para un factor pico de 0,6 indicado por la metodología del MEER.

2.10. Límites de Armónicos de voltaje y corriente de la cocina de inducción medida.

Los límites de armónicos son comparados con la norma ecuatoriana en lo que se refiere a los armónicos de voltaje y a la norma internacional IEEE 519 de 1992-2014 en lo que respecta a corriente y voltaje; en los dos casos se hace referencia la distorsión armónica total y las distorsiones armónicas individuales.

Referida a los límites de los armónicos de corriente establecidos por la norma IEEE 519-2014, se debe calcular la relación de cortocircuito empleado las (Ec.9, 10, 11) para con ello determinar la necesidad de diseñar filtros para mitigar los armónicos que se encuentran fuera de los límites.

$$S_{sc} = 100 * \frac{S_T}{Z_{\%}} \quad \text{Ecuación 9 (2.10)}$$

$$I_{sc} = \frac{S_{sc}}{U_{nom}} \quad \text{Ecuación 10 (2.10)}$$

$$R_{sc} = \frac{I_{sc}}{I_L} \quad \text{Ecuación 11 (2.10)}$$

Dónde:

S_{sc} : Potencia de Cortocircuito

S_T : Potencia nominal del transformador

$Z_{\%}$: Potencia del Transformador

I_{sc} : Corriente de cortocircuito

U_{nom} : Voltaje nominal

R_{sc} : Relación de Cortocircuito

I_L : Corriente de línea

2.10.1. Límites de Armónicos de Voltaje

Los límites expuestos en la tabla 26 se obtuvieron de las mediciones realizadas con el analizador de carga en la cocina de inducción y mediante un método estadístico de frecuencias y clases proporcionando así un histograma el cual permite identificar el porcentaje máximo y mínimo de armónico en cada una de las líneas medidas, alcanzando un valor máximo en la línea 3 de 5,942 a las 08:00 am y un valor mínimo de 1,453 a las 04:00 am.

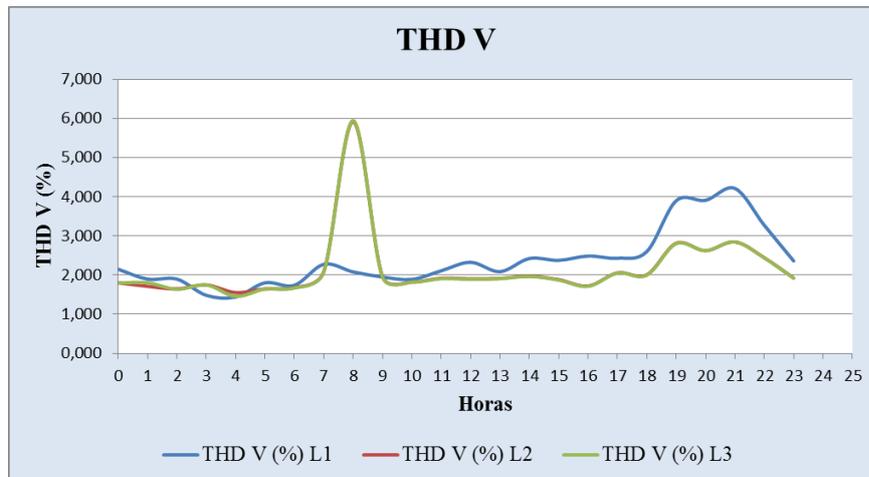
TABLA N° 26. HISTOGRAMA DE THD V

Hora	L1	L2	L3
h	%	%	%
0	2.145	1.800	1.795
1	1.893	1.710	1.800
2	1.893	1.645	1.635
3	1.480	1.745	1.745
4	1.437	1.550	1.453
5	1.800	1.645	1.640
6	1.735	1.677	1.668
7	2.273	2.085	2.075
8	2.078	5.917	5.942
9	1.948	1.957	1.947
10	1.887	1.820	1.818
11	2.107	1.915	1.905
12	2.323	1.900	1.890
13	2.085	1.910	1.905
14	2.420	1.970	1.963
15	2.373	1.880	1.870
16	2.483	1.717	1.710
17	2.427	2.053	2.050
18	2.597	2.005	1.995
19	3.895	2.810	2.800
20	3.907	2.620	2.620
21	4.210	2.845	2.845
22	3.270	2.440	2.435
23	2.357	1.920	1.920

Elaborado Por: Investigadores

La figura 23 representa la curva de distorsión armónica total registrada en cada una de las líneas medidas por el analizador de carga de la cocina de inducción haceb. En cuanto a la línea 2 y 3 consta del 6% de la distorsión armónica total a las 8 de la mañana, en lo que respecta a la línea 1 el máximo referente se da a las 9 de la noche con un valor de 4% los mismos que deben ser analizados con las diferentes normativas vigente para determinar la instalación de un filtro que minimice el porcentaje del armónico existente.

FIGURA N° 23. CURVA DEL HISTOGRAMA DE THD V



Elaborado Por: Investigadores

2.10.1.1. Límites de THD V

Los límites expuestos en la tabla 27 son registros de las mediciones realizadas con el analizador de carga por 7 días cada 10 minutos establecida en la regulación del ARCONEL, los mismo que servirán para determinar el grado de distorsión armónica total de voltaje inyectada por la cocina de inducción al sistema eléctrico.

TABLA N° 27. DISTORSIÓN ARMÓNICA DE VOLTAJE

THD V (%)			
	L1	L2	L3
Máx	5.490	27.500	27.700
Med	2.420	1.982	1.975
Min	1.310	1.270	1.270

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 28 se puede apreciar el número de datos evaluados, los cuales mediante un análisis se determinó el número de registros dentro y fuera de la norma IEEE 519 el mismo que tiene un 5% como límite máximo de THD V y la norma ecuatoriana un 8%, dando así un resultado favorable, en vista que las tres líneas cumple dichos parámetros admitidos por dicha norma. Ventajosamente el muestreo que se constata en la tabla referida se encuentra dentro de la norma; pero a futuro con el ingreso de las cocinas en un mayor porcentaje estos valores alteraran los parámetros eléctricos de manera significativa exigiendo alternativas de control.

TABLA N° 28. CONTROL DE LOS LÍMITES DE THD V

Equipo	Fase	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Límite máx %
Cocina de inducción	L1	1012	1001	1,1	SI	THD V	5
	L2	1012	1011	0,1	SI		
	L3	1012	1011	0,1	SI		

Elaborado Por: Investigadores

2.10.1.2. Límites de V h

En la tabla 29 se muestra los porcentajes de armónicos individuales impares partiendo desde la fundamental hasta el orden 25 de cada una de las líneas medidas por el analizador de carga Fluke 1744. En el cual indica que el armónico de orden 15 y 21 sobrepasan el límite en las tres líneas siendo el porcentaje máximo es de 0.3% y 0,2% respectivamente de acuerdo a la norma ecuatoriana y con respecto a la IEEE 519 se tiene un 3%, por tal motivo se debe analizar dichos valores y las causas que lo provocan debido a los problemas que involucra en las redes de distribución como calentamiento de conductores, aumento de las pérdidas en el hierro, disminución de la vida útil de los equipos.

TABLA N° 29. REGISTRO DE LOS VOLTAJES ARMÓNICOS INDIVIDUALES DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

V h (%)			
h	L1	L2	L3
1	100	100	100
3	3,9	2,9	2,9
5	1,4	1,1	1,1
7	0,95	0,9	0,9
9	1,2	1,1	1,1
11	0,9	0,7	0,7
13	0,6	0,5	0,5
15	0,7	0,6	0,6
17	0,5	0,4	0,4
19	0,6	0,3	0,3
21	0,3	0,4	0,4
23	0,4	0,3	0,3
25	0,3	0,2	0,2

Elaborado Por: Investigadores

En las tablas 30, 31, 32 se visualiza el número de Vh registrados en las mediciones realizadas en el circuito expreso durante los 7 días determinados por la regulación emitida por el ARCONEL, estableciendo el cumplimiento de los límites de distorsión armónica individual de los datos registrados por el analizador en la cocina de inducción desde el armónico 3 hasta el 25 en las líneas uno, dos y tres respectivamente.

Con respecto al porcentaje de las mediciones encontradas fuera de la norma son los armónicos de orden 15 y 21 los mismos que se deben realizar un análisis exhaustivo para determinar que componente ocasiona dicha generación de armónicos para con ello contrarrestar mediante filtros o métodos que ayudan a reducir los efectos sobre los equipos del sistema eléctrico.

TABLA N° 30. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L1

Equipo	h	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Limite máx %
Cocina de inducción	3	1012	1012	0	SI	V h L1	5
	5	1012	1012	0	SI		6
	7	1012	1012	0	SI		5
	9	1012	1012	0	SI		1,5
	11	1012	1012	0	SI		3,5
	13	1012	1012	0	SI		1,5
	15	1012	565	44,2	SI		0,3
	17	1012	1012	0	SI		2
	19	1012	1012	0	SI		1,5
	21	1012	973	3,9	SI		0,2
	23	1012	1012	0	SI		1,5
	25	1012	1012	0	SI		1,5

Elaborado Por: Investigadores

TABLA N° 31. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L2

Equipo	h	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Límite máx %
Cocina de inducción	3	1012	1012	0	SI	V h L2	5
	5	1012	1012	0	SI		6
	7	1012	1012	0	SI		5
	9	1012	1012	0	SI		1,5
	11	1012	1012	0	SI		3,5
	13	1012	1012	0	SI		1,5
	15	1012	883	12,7	SI		0,3
	17	1012	1012	0	SI		2
	19	1012	1012	0	SI		1,5
	21	1012	987	2,5	SI		0,2
	23	1012	1012	0	SI		1,5
	25	1012	1012	0	SI		1,5

Elaborado Por: Investigadores

TABLA N° 32. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L3

Equipo	h	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Limite máx %
Cocina de inducción	3	1012	1012	0	SI	V h L3	5
	5	1012	1012	0	SI		6
	7	1012	1012	0	SI		5
	9	1012	1012	0	SI		1,5
	11	1012	1012	0	SI		3,5
	13	1012	1012	0	SI		1,5
	15	1012	889	12,2	SI		0,3
	17	1012	1012	0	SI		2
	19	1012	1012	0	SI		1,5
	21	1012	987	2,5	SI		0,2
	23	1012	1012	0	SI		1,5
	25	1012	1012	0	SI		1,5

Elaborado Por: Investigadores

2.10.2. Límites de Armónicos de Corriente

El valor máximo en la línea 2 es de 18,70 a las 16:00 horas y un valor mínimo de 10,49 a las 04:00 indicado en la tabla 33, las mismas que se definieron mediante los datos registrados y tabulados a través de un histograma.

Los límites de armónicos de corriente se comparan con la norma internacional IEEE 519 del 2014, debido a la no existencia de normas ecuatorianas que supervisen el porcentaje de armónicos de corriente inyectados a la red por cada uno de los equipos conectados.

De igual manera en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., no se analiza datos de armónicos de corriente y los reportes de armónicos emitidos al ente regulador tan solo son de armónicos de voltaje comparada con la norma ecuatoriana del ARCONEL regulación 004/01

TABLA N° 33. HISTOGRAMA DE THD I

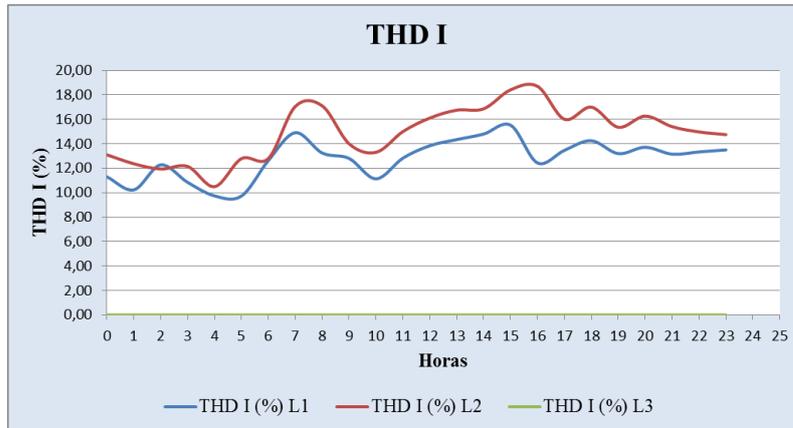
Hora	L1	L2	L3
h	%	%	%
0	11,3	13,1	0
1	10,23	12,37	0
2	12,27	11,93	0
3	10,85	12,15	0
4	9,74	10,49	0
5	9,73	12,79	0
6	12,64	12,8	0
7	14,91	17,05	0
8	13,25	17,1	0
9	12,8	14	0
10	11,13	13,3	0
11	12,83	15	0
12	13,84	16,11	0
13	14,35	16,75	0
14	14,8	16,86	0
15	15,52	18,42	0
16	12,43	18,7	0
17	13,47	16	0
18	14,25	17	0
19	13,2	15,35	0
20	13,72	16,27	0
21	13,15	15,4	0
22	13,33	14,97	0
23	13,5	14,75	0

Elaborado Por: Investigadores

Los límites presentados en la tabla 33 se encuentran graficadas en la figura 24 referentes a los THD I en cada una de las líneas, visualizándose mayor afectación en la línea 2 de color rojo.

Debido a la existencia de armónicos en las redes eléctricas se realiza un análisis y minimización de los efectos causantes por los armónicos, las mimas que son inyectadas por las cocinas de inducción al sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

FIGURA N° 24. CURVA DEL HISTOGRAMA DE THD I



Elaborado Por: Investigadores

2.10.2.1. Límites de THD I

La distorsión armónica total referente a corriente en las tres líneas registradas por el analizador de carga en una semana con un período de medición cada 10 minutos dando en la línea 2 un máximo de 25,90 y un mínimo de 5,09 las mismas que están especificadas en la tabla 34.

TABLA N° 34. DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE

THD I (%)			
	L1	L2	L3
Máx	18,1	25,9	0
Med	12,5	14,55	0
Min	4,8	5,09	0

Elaborado Por: Investigadores

El porcentaje según la IEEE 519 se obtuvo mediante la tabla 3 detallada en el capítulo 1 el cual se determinó con el cálculo de la relación I_{CC}/I_L , dando como resultado una relación de 33,4 comparando con la tabla 3 da el 8% como límite de THD I. Por lo que en la tabla 35 se detalla que la línea 1 y 2 sobrepasan el 8% de THD I encontrándose un 99,7% y 99,8% respectivamente fuera de la norma. En lo que respecta al control de THD I según la norma ecuatoriana no se especifica en la regulación del ARCONEL, por ello no se puede especificar el porcentaje límite. A causa de no cumplir con las normas establecidas se debe considerar un método de mitigación de los armónicos totales e individuales de corriente de acuerdo al que

disponga un mayor porcentaje de afectación al sistema.

TABLA N° 35. CONTROL DE LOS LÍMITES DE THD I

Equipo	Fase	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Límite máx %
Cocina de inducción	L1	1012	3	99,7	NO	THD I	8,00
	L2	1012	2	99,8	NO		
	L3	1012	1012	0	SI		

Elaborado Por: Investigadores

2.10.2.2. Límites de I_h

Las corrientes armónicas individuales impares inyectadas al sistema por parte de la cocina de inducción indican que el armónico de orden 3, 9, 11 - 15, 17 - 21, 23 - 25 sobrepasan el límite siendo el porcentaje máximo es de 7%, 3.5%, 2.5%, 1% respectivamente de acuerdo a la norma IEEE 519. De esta manera se puede visualizar en la tabla 36 que el armónico 3 está fuera del límite debido a que posee un 15,3% de I_h en la línea 2 siendo norma el 7% determinado bajo la relación entre la corriente de cortocircuito y la corriente de línea con un valor de 33,4.

TABLA N° 36. REGISTRO DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS INDIVIDUALES DE LA COCINA DE INDUCCIÓN

I _h (%)			
h	L1	L2	L3
1	100	100	100
3	0	15,3	0
5	5,8	5,5	0
7	4,8	5,1	0
9	8	7,9	0
11	7,7	8,6	0
13	5,9	6,3	0
15	6,9	7,3	0
17	5,8	6,7	0
19	4	4,6	0
21	4,5	5,1	0
23	6,4	6,9	0
25	5,3	6	0

Elaborado Por: Investigadores

En las tablas 37, 38 y 39 se detalla el número de registros dentro y fuera de la norma IEEE 519 obtenidos de los datos registrados con el analizador durante una semana desde el armónico 3 al 25. En las dos líneas se puede apreciar que el armónico 11 posee un mayor porcentaje fuera de la norma, dando así en la línea 1 el 68,2 % y en la línea 2 el 79,1 %.

Los armónicos de corriente tienen efectos combinados sobre los equipos y dispositivos conectados a las redes de distribución. Para determinar la presencia de armónicos se realiza estudios y control sobre los armónicos detectados en las instalaciones eléctricas.

TABLA N° 37. CONTROL DE LOS LÍMITES DE I h L1

Equipo	h	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Límite máx %
Cocina de inducción	3	1012	849	16,1	SI	I h L1	7
	5	1012	1012	0	SI		7
	7	1012	1012	0	SI		7
	9	1012	933	7,8	SI		7
	11	1012	322	68,2	SI		3,5
	13	1012	935	7,6	SI		3,5
	15	1012	521	48,5	SI		3,5
	17	1012	532	47,4	SI		2,5
	19	1012	960	5,1	SI		2,5
	21	1012	944	6,7	SI		2,5
	23	1012	617	39	SI		1
25	1012	629	37,8	SI	1		

Elaborado Por: Investigadores

En lo referente a la línea 2 el armónico de corriente número 11 si cumple pero dispone de un 79,1 % de las mediciones fuera de la norma observadas en la tabla 38, el mismo que puede ser ocasionados por varios factores que deben ser analizados como el uso de equipos que utilizan la electrónica de potencia para las diversas conversiones y rectificaciones de ondas de 6, 12 pulsos.

TABLA N° 38. CONTROL DE LOS LÍMITES DE I h L2

Equipo	h	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Límite máx %
Cocina de inducción	3	1012	486	52	SI	I h L2	7
	5	1012	1012	0	SI		7
	7	1012	1012	0	SI		7
	9	1012	932	7,9	SI		7
	11	1012	212	79,1	SI		3,5
	13	1012	855	15,5	SI		3,5
	15	1012	453	55,2	SI		3,5
	17	1012	466	54	SI		2,5
	19	1012	937	7,4	SI		2,5
	21	1012	911	10	SI		2,5
	23	1012	619	38,8	SI		1
	25	1012	633	37,5	SI		1

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 39 se puede observar en la línea 3 que cumplen los límites establecidos por normas, estas medidas se refieren al neutro del circuito expreso de la cocina de inducción. Por el cual no circula ningún armónico que ocasione efectos sobre dicho conductor.

TABLA N° 39. CONTROL DE LOS LÍMITES DE V h L3

Equipo	h	Total de datos	Dentro de la norma	% de mediciones fuera de la norma	Cumple	Parámetro	Limite máx %
Cocina de inducción	3	1012	1012	0	SI	I h L3	7
	5	1012	1012	0	SI		7
	7	1012	1012	0	SI		7
	9	1012	1012	0	SI		7
	11	1012	1012	0	SI		3,5
	13	1012	1012	0	SI		3,5
	15	1012	1012	0	SI		3,5
	17	1012	1012	0	SI		2,5
	19	1012	1012	0	SI		2,5
	21	1012	1012	0	SI		2,5
	23	1012	1012	0	SI		1
	25	1012	1012	0	SI		1

Elaborado Por: Investigadores

2.10.3. Cálculo del filtro sintonizado simple para minimizar los armónicos

A causa de la existencia de armónicos en la redes de distribución por razones de la presencia de cargas no lineales conectadas a la misma. Se procede a efectuar el estudio en las cocinas de inducción llegando a obtener armónicos que sobrepasan el límite permitido bajo la norma IEEE 519 y la regulación del ARCONEL, esto se determina mediante el análisis de los datos de THD_V y THD_I totales e individuales entregados por los analizadores de carga instalados en las cocinas de inducción, los mismos que permitieron determinar el armónico que más porcentaje de afectación causa al sistema. De tal manera se procede a calcular la capacidad del filtro sintonizado simple con las ecuaciones que a continuación se detallan.

$$Q_f \leq \frac{3U_n * k_{ih} * I_n}{c} \quad \text{Ecuación 12 (2.10.3)}$$

$$X_f = \frac{V_{LL \text{ sistema}}^2}{Q_c} \left[\frac{kV}{MVAr} \right] \quad \text{Ecuación 13 (2.10.3)}$$

$$X_c = \frac{h^2}{h^2 - 1} * X_f \quad \text{Ecuación 14 (2.10.3)}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} \quad \text{Ecuación 15 (2.10.3)}$$

$$X_L = \frac{X_c}{h^2} \quad \text{Ecuación 16 (2.10.3)}$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} \quad \text{Ecuación 17 (2.10.3)}$$

$$R = \frac{X_L(f_{res})}{Q_f} \quad \text{Ecuación 18 (2.10.3)}$$

2.11. Verificación de la hipótesis

2.11.1. Enunciado de la hipótesis

El Alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag no se encuentra en condiciones para asumir la nueva carga que va a ingresar en los próximos años debido a la incorporación de las cocinas de inducción.

2.11.2. Verificación de la hipótesis

Partiendo de la hipótesis planteada para la ejecución del proyecto y mediante simulaciones en el software CYMDIST del alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag al incorporarse la nueva carga, se puede constatar que 9 transformadores monofásicos y 2 trifásicos se sobrecargarían, mientras que 148 transformadores y 834 tramos sufrirían bajos voltajes si no se realizan el cambio de los mismos. Con el análisis de los resultados mencionados se verifica que la hipótesis es viable permitiendo determinar la cargabilidad del sistema eléctrico requerido en función de la demanda proyectada hasta el año 2025, mejorando de esta manera la confiabilidad y eficiencia energética.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1. Introducción

El alimentador 2 Pujilí Centro –Alpamalag correspondiente a la subestación Pujilí la misma que está dentro del área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. ubicada en el Barrio Inchapo del Cantón Pujilí, posee 3049 usuarios, de los cuales 2746 usuarios tienen tarifa residencial a los mismos que se les considera que utilicen la cocina de inducción lo que incrementa la demanda del alimentador así como la potencia instalada. Afectando así la calidad de servicio de energía eléctrica en la red de distribución.

Este problema se agrava en los próximos años debido a que ingresan nuevos usuarios y con ellos más cocinas, las mismas que son cargas contaminantes para la red. No obstante el avance a pasos agigantados de la electrónica de potencia en la fabricación de varios dispositivos modernos para brindar un mejor confort y estilo de vida a las personas, entre los problemas que han generado las cargas no lineales es afectar los parámetros eléctricos del alimentador.

Al evaluar la situación de operación actual y futura del alimentador se observa que afecta los parámetros eléctricos establecidos por la regulación vigente y se propone alternativas que cumplan con la regulación del ARCONEL 004/01 que trata sobre la calidad del servicio eléctrico de distribución.

3.2. Justificación de la propuesta.

El Gobierno Nacional a partir del 2016 manifiesta que la utilización mayoritaria de la energía será a través de las nuevas centrales hidroeléctricas, cambiando de este modo la matriz energética, lo que permitirá reemplazar las cocinas que utilizan gas licuado de petróleo (GLP), por las cocinas de inducción debido a la disponibilidad de energía cuando estén operando los ocho proyectos hidroeléctricos.

Esta investigación es factible porque analiza aspectos técnicos del alimentador y de la cantidad de potencia que el sistema necesita cada año una vez incorporada las cocinas de inducción y así mantener la calidad del servicio eléctrico. Así como las medidas necesarias a implementar cuando se encuentra fuera de los rangos normales operación.

Esto se logra realizando una simulación cada año incluyendo las cocinas de inducción y considerando el crecimiento poblacional así como también un incremento en la demanda de energía eléctrica en todos los sectores.

Mediante el software CYMDIST que permite realizar modelaciones en sistemas equilibrados y desequilibrados se logra determinar la afectación del alimentador, para ello se utilizó el método de distribución de los kVA conectados debido a la no se disponibilidad del número exacto de cocinas que entrarían al alimentador según registros de ELEPCO S.A., las cocinas están ingresando al alimentador de forma aleatoria y no desde el centro hacia las afueras como se tenía pronosticado por ende no se tiene una tendencia que seguir de cómo van a ir entrando las cocinas.

Adicionalmente los datos obtenidos de las mediciones con los analizadores instalados en un usuario tipo permitieron determinar el porcentaje real de consumo de energía y de distorsión armónica. Una vez realizada la distribución de carga se establece si cumple o no la normativa vigente del ARCONEL.

3.3. Objetivos de la propuesta

3.3.1. *Objetivo general*

Presentar la propuesta de mejoramiento del alimentador Pujilí Centro Alpamalag, mediante el análisis técnico en el software CYMDIST de la nueva demanda requerida por razones de incorporación de las cocinas de inducción, para mantener la calidad de servicio de energía eléctrica.

3.3.2. *Objetivos Específicos*

- ✓ Determinar el crecimiento de la demanda para un horizonte de 10 años (2025) por tipo de usuario servidos por el alimentador basándose en los datos históricos de 10 años atrás y mediciones reales del consumo de energía de la cocina de inducción.
- ✓ Evaluar la situación del Alimentador 2 Pujilí Centro-Alpamalag de la Subestación Pujilí con la implementación de las cocinas de inducción, mediante el CYMDIST, para determinar los daños futuros.
- ✓ Desarrollar la propuesta favorable para mantener los parámetros de calidad de energía eléctrica mediante el análisis de la demanda.

3.4. Análisis de la factibilidad de la propuesta.

La presente propuesta fue planteada cumpliendo los estándares de calidad emitidos por los entes reguladores del sector eléctrico, constituyendo los aspectos básicos para determinar la operatividad del alimentador Pujilí Centro Alpamalag con la demanda requerida por la incorporación de las cocinas de inducción durante el año 2015 - 2025. Con estas referencias identificadas al realizar la simulación en el software CYMDIST se comprueba la factibilidad para dar solución a las dificultades detectadas en el alimentador pues no abastece la demanda requerida por los usuarios debido a la existencia de sobrecargas, bajos voltajes y pérdidas de potencia.

3.4.1. Factibilidad Administrativa

- La ELEPCO S.A. está de acuerdo que se debe realizar estudios sobre el incremento de la demanda de energía para los años futuros.
- El departamento de planificación está trabajando en busca de soluciones técnicas y económicas para reducir los impactos ocasionados por la incorporación de las cocinas de inducción.
- La ELEPCO S.A. siendo una empresa distribuidora que está bajo la supervisión del ente regulador como es el ARCONEL y obligada a cumplir las normativas vigentes sobre la calidad de servicio de energía eléctrica.

3.4.2. Factibilidad Técnica

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., ha dado la apertura para desarrollar el trabajo investigativo sobre el Alimentador 2 Pujilí Centro-Alpamalag de la subestación Pujilí, facilitado información y equipos requeridos para la ejecución del estudio.

En tal sentido contribuyendo con la información técnica referente al alimentador, lugares donde se encuentran instaladas las cocinas de inducción, analizadores de Calidad de Energía FLUKE 1744 PQ Log bajo la supervisión del personal de la empresa y datos técnicos registrados por los medidores ION 7650 en la Subestación, además proporcionando la base de datos para el modelamiento del alimentador en el software CYMDIST, a través de los cuales se evidenciaron la demanda requerida y la operatividad del sistema eléctrico con la inclusión de las cocinas de inducción para sugerir alternativas factibles planteadas en este capítulo tanto en el aspecto económico como en el técnico que conlleven a mantener la calidad de servicio energético en el alimentador efecto de estudio.

3.4.2.1. Desarrollo de la propuestas de mejora en el alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag.

En el año 2015 se ve un porcentaje mínimo de ingreso de las cocinas de inducción el cual no afecta mayoritariamente en el funcionamiento del alimentador, conforme pasan los años van ingresando más cocinas al sistema y esta incidencia ocasiona daños a las redes eléctricas. Por los daños observados se plantea alternativas de solución.

3.4.2.1.1. Alternativa 1

Al ingresar todos los valores requeridos por el software CYMDIST para la modelación del alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag con la proyección de la demanda incorporando las cocinas de inducción y al efectuar un flujo de carga por el método caída de voltaje – desequilibrada, dan resultados las corrientes en las fases desbalanceadas por lo tanto se procede a realizar:

3.4.2.1.1.1. Balance de carga

El software Cymdist brinda la facilidad de realizar el cambio de las fases por colores, así se observó el desbalance de corrientes en diferentes trayectos del alimentador por lo cual se procedió al balance de fases en los siguientes lugares detallados en la tabla 40.

Los mismos que redujeron pérdidas en el sistema eléctrico entregando una solución práctica y factible.

TABLA N° 40. REPORTE DEL BALANCE DE CARGA

TRAMO	De la fase	A la fase
21460_MTA	A	C
30698_MTA	B	A
137699_MTA	A	B

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.1.2. Incremento de fases

En la tabla 41 se especifican los tramos en los cuales se cambió de red monofásica a trifásica para poder realizar un nuevo balance de carga y disminuir los parámetros de desequilibrio, por ende, las condiciones de anomalías del alimentador.

TABLA N° 41. INCREMENTOS DE FASES EN LOS TRAMOS DEL ALIMENTADOR

TRAMO	DISTANCIA (m)	CALIBRE (AWG)
30037_MTA	15,38	2
29476_MTA	39,61	2
29488_MTA	19,21	2
29477_MTA	20,25	2
29481_MTA	38,61	2
29480_MTA	40,78	2
29479_MTA	39,71	2
29494_MTA	22,19	2
29493_MTA	37,26	2
29492_MTA	44,98	2
29491_MTA	26,15	2
29496_MTA	11,58	2
29500_MTA	37,8	2
29501_MTA	22,87	2

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.1.3. Balance de carga

Al momento de realizar el incremento de las dos fases se obtiene un reporte en la cabecera del alimentador en el cual las corrientes que circulan por la cabecera están desbalanceadas por lo que se recomienda realizar un balance de carga reduciendo carga de la fase B y aumentando a la fase A, con ellos equilibrando las corrientes que circulan por cada conductor, esto se puede observar en la tabla 42.

TABLA N° 42. BALANCE DE CARGA EN EL ALIMENTADOR

TRAMO	De la fase	A la fase
29495_MTA	B	A
29507_MTA	B	A

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.1.4. Resultados al realizar cambios

En la tabla 43 se especifican los parámetros eléctricos en la cabecera del alimentador Pujilí Centro Alpamalag aplicando los cambios requeridos para mejorar la calidad de servicio de energía eléctrica.

TABLA N° 43. FLUJO DE CARGA APLICANDO LA ALTERNATIVA 1

	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	FP
A	0,96	0,962	151	1163	1088	410,9	93,6
B	0,96	0,958	162	1244	1151	470,4	92,6
C	0,96	0,966	151	1167	1118	334,7	95,8
Total:				3570	3357	1216	

Elaborado Por: Investigadores

Realizada la corrida de flujos aplicando los cambios sugeridos en la alternativa 1 se observa en la tabla 44 los resultados entregados por el programa CYMDIST referentes a las caídas de voltaje en cada tramo con su respectiva distancia.

TABLA N° 44. CONDUCTORES FUERA DEL LÍMITE DE VOLTAJE

Nro. equipo	Id equipo	V (pu)	Longitud pi	IEquil (Amps)	kVLL
30196_MTA	ACSR.4,ACSR.2,1CP,A,10	0,93	268,3	10,3	12,8
30194_MTA	ACSR.4ACSR.2,1CP,A,10,	0,93	302,4	10,3	12,8
30195_MTA	ACSR.4,ACSR.2,1CP,A,10	0,93	246,5	10,3	12,8
21562_MTA	CSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,94	307,9	53,7	12,9
21563_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,94	258,2	11,6	12,9
21558_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,94	383,9	9,3	12,9
12718_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,95	177	69,8	13
12719_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,95	162,8	69,8	13
12720_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,95	163,5	69,8	13
12721_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,94	166,7	67,5	13
12540_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0	0,95	161,5	148,2	13,1
12541_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0	0,95	147,4	148,2	13,1
12655_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0	0,95	137,7	148,2	13,1
12534_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0	0,96	201,3	148,9	13,2
12535_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0	0,96	172,9	148,9	13,2
12536_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0	0,95	198,6	148,6	13,2

Elaborado Por: Investigadores

Realizando la simulación al aplicar la alternativa de solución 1 se obtiene la cargabilidad de los transformadores donde su porcentaje de carga se ha reducido pero aún se encuentra fuera de los límites de operación siendo estos los transformadores de 37,5 kVA visualizados en la tabla 45.

TABLA N° 45. CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Cap Nom (kVA)	Carga (%)
21677_MTA-1	MTA_S_21677	MTA_L_21677	37,5	434,4
718	MTA_L_12690	MTA_L_12691	37,5	440,5
8643	MTA_L_29515	MTA_L_29514	37,5	433,2
739	MTA_L_29503	MTA_L_29508	37,5	433,9
738	MTA_L_29510	MTA_L_29511	37,5	434,1
735	MTA_L_29492	MTA_L_29498	37,5	433,4
734	MTA_L_29481	MTA_L_29482	37,5	434,1
CT2	MTS_L_9328	MTS_L_9329	125	203,1
7019	MTA_L_30790	MTA_L_30791	37,5	410,4
5699	MTA_L_12546	MTA_L_12547	5	135,4

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 46 se presentan los pasos seguidos en cada etapa para minimizar las pérdidas y bajos voltajes en el alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag, de esta manera equilibrando la corriente requerida en el sistema y disminuyendo la cargabilidad de los conductores.

TABLA N° 46. REPORTE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA

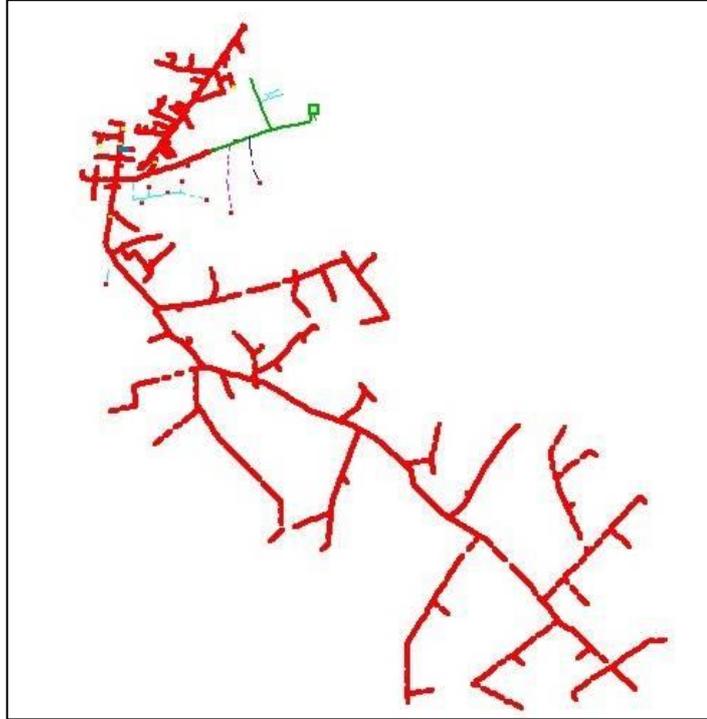
DEMANDA	ESTADO	Pérdidas de Potencia	Pérdidas de Energía	Pérdidas
		kW	MW-h/año	\$/año
MÁXIMA	Actual	241,82	2118,31	63,55
	Actual + balanceo de carga	241,27	2113,53	63,41
	Actual +trifásico+ balanceo de carga	233,24	2043,23	61,30

Elaborado Por: Investigadores

A continuación se presenta el alimentador con la demanda del 2025 y los cambios realizados en la tabla 46 el cual permite observar la reducción de pérdidas y

parámetros como bajos voltajes reducidos en la troncal del alimentador y ramales monofásicos conectados al mismo visualizado en la figura 25.

FIGURA N° 25. ALIMENTADOR CON LAS VARIANTES



Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.2. Alternativa 2

3.4.2.1.2.1. Cambio del calibre del conductor

En la tabla 47 se presenta las alternativas de cambio de calibre de conductor en los diferentes tramos para reducir los bajos voltajes existentes en el alimentador. Esto se lo realiza para reducir las pérdidas ocasionadas por la resistencia que ofrecen los conductores al paso de la corriente y a la longitud existente entre la fuente y el punto más alejado de la red.

TABLA N° 47. CAMBIO DE CALIBRE EN LOS TRAMOS DEL ALIMENTADOR

TRAMO	DISTANCIA (m)	DEL CALIBRE (AWG)	AL CALIBRE (AWG)
		ACSR	ACSR
102410_MTA	24,64	3/0	4/0
103684_MTA	468,52	3/0	4/0
103374_MTA	76,7	3/0	4/0
12499_MTA	54,82	3/0	4/0
12500_MTA	41,84	3/0	4/0
12501_MTA	104,47	3/0	4/0
12502_MTA	89,58	3/0	4/0
12503_MTA	53,51	3/0	4/0
12504_MTA	50,47	3/0	4/0
12505_MTA	47,73	3/0	4/0
12528_MTA	54,33	3/0	4/0
12529_MTA	53,76	3/0	4/0
12530_MTA	61,9	3/0	4/0
30271_MTA	38,24	2	1/0
30282_MTA	31,64	2	1/0
30281_MTA	21,46	2	1/0
30280_MTA	39,69	2	1/0
30279_MTA	44,55	2	1/0
30278_MTA	44,01	2	1/0
30277_MTA	40,37	2	1/0
30276_MTA	39,46	2	1/0
30274_MTA	94,13	2	1/0
30275_MTA	85,76	2	1/0
30207_MTA	109,05	2	1/0
30208_MTA	89,79	2	1/0
30209_MTA	137,59	2	1/0
30210_MTA	125,75	2	1/0
30211_MTA	113,46	2	1/0

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.2.2. Incremento de fases

Se procedió al incremento de las fases visualizado en la tabla 48 debido pues con los cambios anteriores aún se tiene bajos voltajes en los diferentes tramos y

equipos; con esto se puede equilibrar equitativamente las cargas entre las diferentes fases.

TABLA N° 48. INCREMENTO DE FASES

TRAMO	DISTANCIA (m)	CALIBRE (AWG)
		ACSR
30698_MTA	123,25	1/0
30699_MTA	100,58	1/0
30672_MTA	189,34	1/0
30673_MTA	76,42	1/0
30674_MTA	92,38	1/0
30675_MTA	104,66	1/0
30676_MTA	113,37	1/0
30677_MTA	124,57	1/0
30678_MTA	74,41	1/0

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.2.3. Balance de carga

Debido al cambio del calibre de conductores y aumento de fases las corrientes tienden a desbalancearse, es por ello que se procede nuevamente a realizar un balance de carga en la cabecera del alimentador la cual se visualiza en la tabla 49.

Las mismas que se obtiene realizando una transferencia de carga de una fase a otra, la que dispone mayor carga a la de minima carga.

TABLA N° 49. REPORTE DEL BALANCE DE CARGA

TRAMO	De la fase	A la fase
30671_MTA	A	B
30679_MTA	A	C
12600_MTA	B	A
21460_MTA	C	A

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.2.4. Ubicación óptima de capacitores

Al obtener los reportes con los cambios anteriormente manifestados no se logra el objetivo de reducir los bajos voltajes en varios tramos del alimentador, así también los resultados muestran una deficiencia de kVAR en el sistema por lo cual se optó por ubicar un capacitor en el tramo 30094_MTA el cual ayudará a mantener la calidad de servicio del alimentador.

3.4.2.1.2.5. Reporte de los efectos causados en el alimentador

En la tabla 50 se detallan parámetros de voltaje en p.u., corrientes que circulan por el conductor, factor de potencia y otros parámetros fundamentales registrados en la cabecera del alimentador.

TABLA N° 50. FLUJO DE CARGA APLICANDO LA ALTERNATIVA 2

	kVLL p.u.	kVLN p.u.	i (A)	kVA	kW	kVAR	FP
A	0,97	0,968	150,5	1165,3	1122,8	311,8	96,35
B	0,97	0,966	151,1	1167,9	1114,1	350,4	95,39
C	0,97	0,973	149,7	1163,8	1141,4	227,4	98,07
Total:				3493	3378	890	

Elaborado Por: Investigadores

Realizando una corrida de flujos en el alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag con la alternativa de solución número 2, se obtiene un reporte de caídas de voltaje en cada tramo de la red de medio voltaje detallado en la tabla 51.

La tabla 51 visualiza los voltajes en por unidad los mismo que se encuentran bajo el límite establecido por la regulación, longitud del tramo donde existe caídas de voltaje y la corriente que circula por el conductor instalado en el alimentador Pujilí Centro Alpamalag.

TABLA N° 51. CONDUCTORES FUERA DEL LÍMITE DE VOLTAJE

Nro. equipo	Id equipo	V (pu)	Longitud pi	IEquil (Amps)	kVLL
21562_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,945	307,9	53,7	13
21563_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,945	258,2	11,5	13
21558_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,945	383,9	9,2	13
21559_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,945	133,3	6,9	13
137706_MTA-1	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,945	114,5	6,9	13
12725_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C ,	0,95	170,7	61,9	13,1
12726_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C ,	0,949	162,1	61,9	13,1
12727_MTA	ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C ,	0,949	171,2	61,9	13,1
21592_MTA	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,948	140,6	61,9	13,1
137704_MTA-1	ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,1 0	0,947	550	60,5	13,1
10884_MTS	3P_15KV.CU.2	0,955	84,3	48,3	13,2
29522_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2, 3CP,	0,955	173,5	48,3	13,2
29525_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2, 3CP,	0,955	136	48,3	13,2
29524_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2, 3CP,	0,954	108	47,9	13,2
29523_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2, 3CP,	0,954	160,5	46,7	13,2

Elaborado Por: Investigadores

Al realizar la corrida de flujos con los cambios técnicamente ejecutados, ayudando a mejorar los parámetros eléctricos del alimentador y de forma directa influenciando en la calidad de servicio a los usuarios, estas mejoras se observa en la tabla 52 donde se detalla la cargabilidad con la que se encuentra operando los transformadores.

TABLA N° 52. CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Cap Nom (kVA)	Carga (%)
21677_MTA-1	MTA_S_21677	MTA_L_21677	37,5	341,6
718	MTA_L_12690	MTA_L_12691	37,5	350,5
8643	MTA_L_29515	MTA_L_29514	37,5	343,6
739	MTA_L_29503	MTA_L_29508	37,5	341
738	MTA_L_29510	MTA_L_29511	37,5	341,3
735	MTA_L_29492	MTA_L_29498	37,5	343,8
734	MTA_L_29481	MTA_L_29482	37,5	344,5
CT2	MTS_L_9328	MTS_L_9329	125	103,1
7019	MTA_L_30790	MTA_L_30791	37,5	326,1
5699	MTA_L_12546	MTA_L_12547	5	105,4

Elaborado Por: Investigadores

Realizados los cambios en el software de simulación CYMDIST se obtiene un reporte de las pérdidas de potencia, energía y en USD, las mismas que se aprecia en la tabla 53. Cada modificación propuesta en el alimentador van disminuyendo las pérdidas.

TABLA N° 53. REPORTE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA

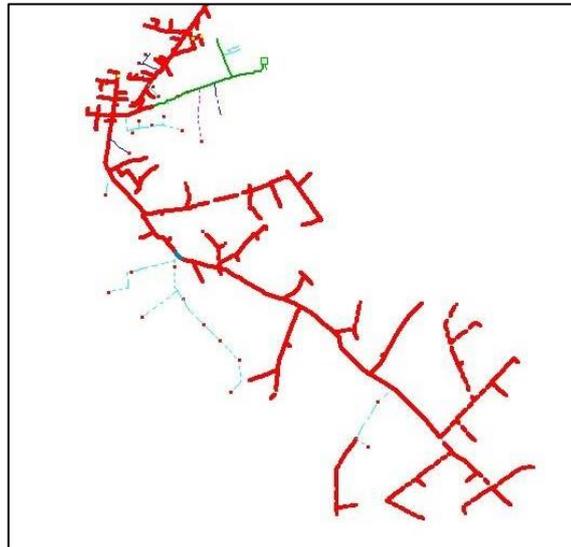
DEMANDA	ESTADO	Pérdidas de Potencia	Pérdidas de Energía	Pérdidas
		kW	MW-h/año	\$/año
MÁXIMA	Actual +trifásico+ balanceo de carga	233,24	2043,23	61,3
	Cambio calibre de conductor 3/0-4/0 y 2-1/0	226,81	1986,89	59,61
	Trifásico+ balance de carga	223,93	1961,62	58,85
	Ubicación de capacitores	201,05	1761,17	52,84

Elaborado Por: Investigadores

La figura 26 muestra el esquema al final de la alternativa 2 en donde se observa que ciertos circuitos secundarios van mejorando sus niveles de voltaje, esto se aprecia al no encontrarse señalados de color rojo en varios tramos del alimentador en estudio. Debiendo aclarar que el color rojo significa alerta de anomalías; por

lo que en la figura antes señalada se encuentran los tramos de color verde operando en condiciones normales y con sus parámetros dentro de la norma.

FIGURA N° 26. ALIMENTADOR APLICANDO LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN



Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.3. Alternativa 3

3.4.2.1.3.1. Creación de la red trifásica para el nuevo alimentador

En el año 2025 los perfiles de voltaje y corrientes caen por debajo del umbral, los parámetros eléctricos se encuentran fuera de sus niveles normales así también como los equipos fuera de los rangos óptimos de operación por los que se requiere la construcción de una línea trifásica desde la subestación, la misma que en su punto de arranque pasaría junto a la florícola AZERIFLORES S.A., continuando por el sector Inchapo con una longitud de 730 metros con conductor ACSR 3*4/0+1/0 llegando a conectarse hasta el tramo 30163_MTA. Debido a la topología de la red se incrementó dos fases desde el tramo 30163_MTA hasta el tramo 30196_MTA, esto permitió una mejor distribución de las cargas y así disminuir las caídas de voltaje en diferentes tramos del alimentador. Continuando con la creación de la línea trifásica desde el tramo 30156_MTA hasta el tramo 30769_MTA en la cual se realiza la conexión respectiva debido a la disponibilidad de existencia de red trifásica.

Por consiguiente al crear esta nueva red trifásica se procede abrir circuitos en el tramo 30801_MTA que se conecta al tramo 3082_MTA. Además el nuevo circuito asumirá la carga de la parte subterránea la misma que se abrió el circuito en el tramo 9352_MTS, quedando el alimentador con redes radiales. Los tramos trifásicos creados para minimizar pérdidas se detallan en la tabla 54.

TABLA N° 54. CREACIÓN DEL TRAMO TRIFÁSICO PARA EL NUEVO ALIMENTADOR

TRAMO	DISTANCIA (m)	CALIBRE (AWG)
		ACSR
2_MTA	49,22	4/0
3_MTA	54,52	4/0
4_MTA	61,57	4/0
5_MTA	57,04	4/0
6_MTA	74,85	4/0
8_MTA	60,39	4/0
9_MTA	42,89	4/0
10_MTA	26,84	4/0
15_MTA	26,75	4/0
16_MTA	49,95	4/0
17_MTA	38,51	4/0
18_MTA	42,13	4/0
19_MTA	58,3	4/0
20_MTA	86,96	4/0

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.3.2. Balance de carga

Cuando se crea nuevos tramos y aumento de calibres en los conductores los valores de corriente tienden también a variar por lo que es necesario un nuevo balance de carga, los mismos que se visualizan en la tabla 55.

TABLA N° 55. BALANCE DE CARGA

TRAMO	De la fase	A la fase
29478_MTA	B	A
21460_MTA	C	A
12708_MTA	C	B
30170_MTA	A	B
30703_MTA	A	B
30766_MTA	A	C
30301_MTA	A	B
30201_MTA	A	C
30096_MTA	A	C

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.3.3. *Cambio de transformadores sobrecargados*

Las alternativas descritas anteriormente son técnicamente y económicamente las mejores, pues una de ellas ayuda a mantener la calidad de energía eléctrica del alimentador. Pero también los equipos eléctricos juegan un papel muy importante en la entrega de un buen servicio a los usuarios, es por ello que ciertos transformadores presentados en la tabla 56 se deberán cambiar por otros de mayor capacidad debido al incremento del número de usuarios hasta el año 2025

TABLA N° 56. CAMBIO DE TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS

# DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD ACTUAL	CAPACIDAD REQUERIDA
718	37,5 kVA	50 kVA
734	37,5 kVA	50 kVA
739	37,5 kVA	50 kVA
738	37,5 kVA	50 kVA
8643	37,5 kVA	50 kVA
735	37,5 kVA	50 kVA
21677_MTA-1	37,5 kVA	50 kVA
7019	37,5 kVA	50 kVA
5699	5 kVA	10 kVA

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.3.4. *Ubicación óptima de capacitores*

Las medidas optadas para mantener un buen servicio de energía son las más acertadas tales como la disponibilidad de perfiles de voltaje adecuados y la potencia reactiva kVAr los cuales se logran con la ubicación óptima de capacitores en los tramos 29477_MTA 300 kVAR y 104325_MTA 100KVAR.

3.4.2.1.3.5. *Balance de carga con el nuevo alimentador*

Si se realiza un cambio en la simulación en el software CYMDIST se debe volver a ejecutar un flujo de carga por el método kVA conectados y balancear las fases en la cabecera del alimentador obteniendo valores similares en cada una de ellas. Por lo que en la tabla 57 se detallan los cambios de fase realizadas para balancear cargas en la cabecera del alimentador.

TABLA N° 57. BALANCE DE CARAGA

TRAMO	De la fase	A la fase
12620_MTA	C	A
12732_MTA	C	B
12719_MTA	C	B
30170_MTA	B	A
30099_MTA	C	A

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.4. Reportes finales de la propuesta

Finalmente concluidas las alternativas de la propuesta de mejora para el alimentador Pujilí Centro Alpamalag, se debe extraer un reporte final de los cambios efectuados y su respectivo rendimiento. El mismo que brinda seguridad en la calidad y eficiencia del servicio dando de esta manera rentabilidad a la empresa distribuidora.

Dada las condiciones del alimentador Pujilí Centro Alpamalag se plante la alternativa de solución 3, la creación de una nueva línea de la cual se realiza un flujo de carga para obtener los reportes de la cargabilidad de los transformadores al año 2025 aplicados los correctivos planteados en este trabajo observados en la tabla 58.

TABLA N° 58. CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES AÑO 2025 APLICANDO LA ALTERNATIVA 3

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Cap Nom (kVA)	Carga (%)
7601	MTA_L_12746	MTA_L_12747	15	66,5
9153	MTA_L_12736	MTA_L_12737	15	66,5
722	MTA_L_12729	MTA_L_12730	25	66,5
3919	MTA_L_21549	MTA_L_21550	25	66,5
5285	MTA_L_21560	MTA_L_21561	25	68,4
2086	MTA_S_109126	MTA_L_109126	15	66,5
6794	MTA_L_21556	MTA_L_21557	5	66,5
6749	MTA_L_21570	MTA_L_21571	5	66,5
6421	MTA_L_21572	MTA_L_21573	10	66,5
7192	MTA_S_21697	MTA_L_21697	15	66,5
9196	MTA_S_21669	MTA_L_21667	25	66,5
9195	MTA_S_21666	MTA_L_21666	25	66,5
724	MTA_L_21566	MTA_L_21567	25	66,5
7950	MTA_L_21577	MTA_L_21578	25	58
5090	MTA_L_21587	MTA_L_21588	37,5	68,4

Elaborado Por: Investigadores

Los reportes extraídos al aplicar las alternativas señaladas se presentan en la tabla 59 la misma que contiene las pérdidas de potencia y energía dando un panorama y comparación entre las pérdidas obtenidas antes y después de aplicar los correctivos.

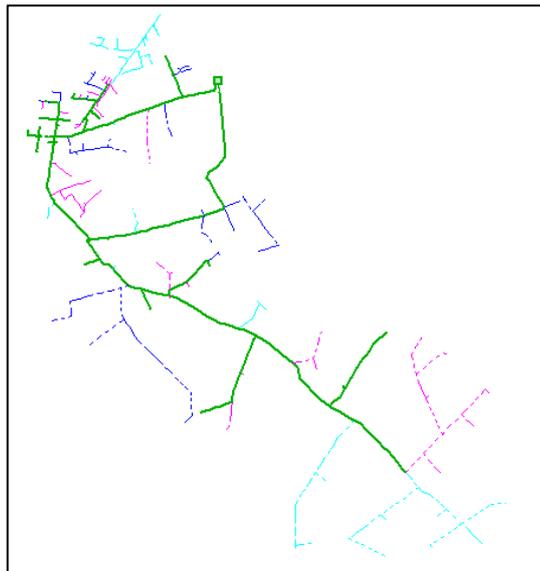
En la figura 27 se constata que el alimentador efecto de estudio se encuentra en condiciones óptimas de operación; y en la capacidad de recibir nuevas cargas año tras año hasta el 2025, de esta manera la propuesta señalada ayuda a mantener el buen servicio de energía eléctrica para los usuarios.

TABLA N° 59. REPORTE DE PÉRDIDAS

ESTADO	Pérdidas de Potencia	Pérdidas de Energía	Pérdidas
	kW	MW-h/año	\$/año
Crear un nuevo alimentador	171,05	1498,37	44,95
Balance de carga	169,95	1488,79	44,66
Cambio de transformadores sobrecargados	168,02	1471,83	44,15
Ubicación de capacitores + balance de carga + tramo trifásico	52,49	459,84	13,32

Elaborado Por: Investigadores

FIGURA N° 27. ALIMENTADOR APLICANDO LA PROPUESTA



Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.4.1. Flujo de carga en la cabecera de los alimentadores

Por último se obtuvo un reporte en la cabecera de los alimentadores detallados en la tabla 60 en donde se visualiza los valores de voltajes, corrientes y potencias una vez realizados los cambios anteriormente detallados de la misma manera se identifica que se tiene un equilibrio tanto en los voltajes como en las corrientes a diferencia de la modelación inicial en donde el alimentador ya tenía incorporado los valores de la proyección de la demanda con las cocinas de inducción y reflejaba los parámetros eléctricos con una variación considerable el uno con el otro.

TABLA N° 60. FLUJO DE CARGA DEL ALIM-PJS2 Y PJS_NUEVO

	kVLL p.u.	kVLN p.u.	i (A)	kVA	kW	kVAr	FP
ALIM_PJS2							
A	0,99	0,987	44,2	348	346,9	27,4	99,69
B	0,99	0,987	43,4	341,3	339,9	30,8	99,59
C	0,99	0,986	57,4	451,3	449,5	40,3	99,6
Total:				1141	1136	98	
ALIM_PJS2_NUEVO							
A	0,99	0,988	39,9	314,1	303,2	81,8	96,55
B	0,99	0,988	39,8	313	300,3	88,1	95,95
C	0,99	0,987	36,3	285,8	274,5	79,3	96,07
Total:				913	878	249	

Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.4.2. Resumen de la condiciones actuales de los alimentadores

De acuerdo a los reportes obtenidos al proyectar la demanda al año 2025 con la inclusión de las cocinas de inducción se observa que las pérdidas en transformadores son de 149,52 kW y pérdidas totales del sistema 241,82 kW. Aplicando las alternativas propuestas en esta indagación se obtiene 39,56 kW de pérdidas en transformadores y pérdidas totales del 50,69.

Estos datos reflejan reducción de pérdidas y mejoramiento de los parámetros eléctricos de los alimentadores antes señalados.

En la tabla 61 se especifica las pérdidas totales reflejadas al realizar las propuestas planteadas para mantener la calidad de servicio de energía eléctrica de las redes de distribución del alimentador en estudio.

TABLA N° 61. RESUMEN TOTAL CON LA PROPUESTA

Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	3327,7	1409	3613,7	98,04
Producción total	3327,7	1409	3613,7	98,04
Carga leída (no regulada)	3864,6	848,09	3956,5	96,8
Carga utilizada (regulada)	3085,9	676,51	3159,2	96,81
Condensadores shunt (regulados)	2,85	192,26	192,28	1,48
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Cargas totales	3085,9	676,51	3159,2	97,68
Capacitancia del cable	0	19,12	19,12	0
Capacitancia de la línea	0	20,36	20,36	0
Capacitancia shunt total	0	39,48	39,48	0
Pérdidas en las líneas	10,96	13,37	17,29	63,41
Pérdidas en los cables	0,17	0,05	0,18	95,29
Pérdidas en los transformadores	39,56	114,94	121,56	32,54
Pérdidas totales	50,69	128,36	138,01	36,73

Elaborado Por: Investigadores

Se puede señalar en la tabla 62 los valores de las pérdidas totales que incluyen los cables, líneas y transformadores destacando la parte económica que corresponde a los costos en dólares por las pérdidas de la energía. Haciendo una comparación de la simulación sin las propuestas de mejora y con el alimentador modelado al realizar las soluciones, se determina que al aplicar las alternativas se logra disminuir las anomalías del sistema y obteniendo un óptimo funcionamiento de los equipos del alimentador en estudio. Por otra parte la calidad de la energía suministrada a los usuarios finales se encuentra dentro de los parámetros estipulados por la regulación 004/01 vigente que trata sobre la calidad de servicio.

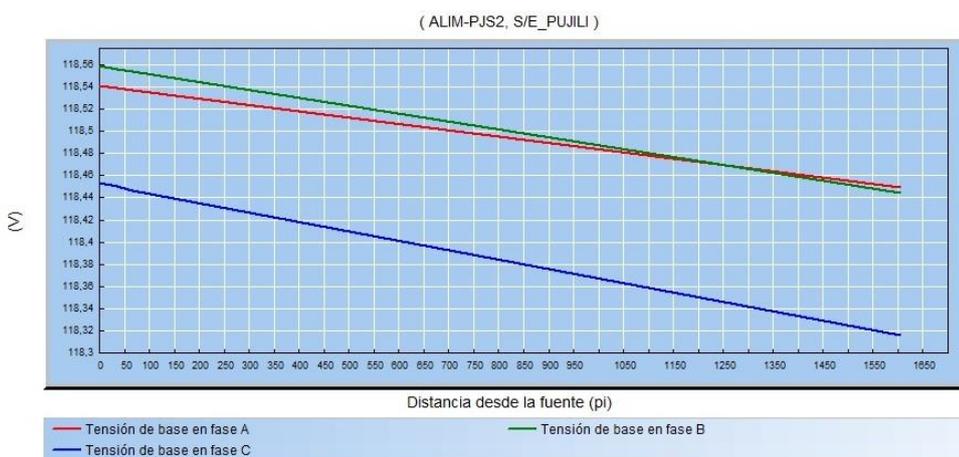
TABLA N° 62. COSTOS ANUALES DE PÉRDIDAS CON LA PROPUESTA

Costo anual de las pérdidas del sistema	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	10,96	96,02	2,88
Pérdidas en los cables	0,17	1,5	0,05
Pérdidas en los transformadores	39,56	346,55	10,4
Pérdidas totales	50,69	444,08	13,32

Elaborado Por: Investigadores

En la figura 28 se muestra el perfil de voltaje de las tres fases en la cabecera del alimentador los cuales muestran valores 118,4 y 118,5 voltios considerandos valores adecuados para el correcto funcionamiento de la red, este porcentaje mínimo de pérdidas se debe a la resistencia propia que presentan los conductores y a la distancia desde la fuente hasta el punto más alejado del sistema.

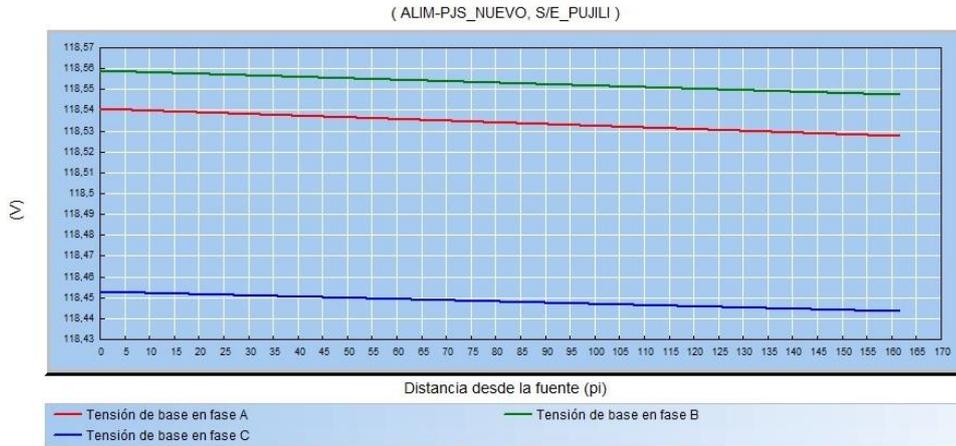
FIGURA N° 28. PERFIL DE VOLTAJE ALIM-PJS2



Elaborado Por: Investigadores

Los parámetros de voltaje del nuevo circuito trifásico que sale desde la subestación Pujilí se visualiza en la figura 29, los mismos que cuentan con datos confiables para que los equipos puedan funcionar de la mejor manera, ante todo cuenta con voltajes de 118,4 y 118,5 voltios en las distintas fases, significando que el alimentador se encuentra en las mejores condiciones para prestar los servicios a los consumidores que requieren energía eléctrica.

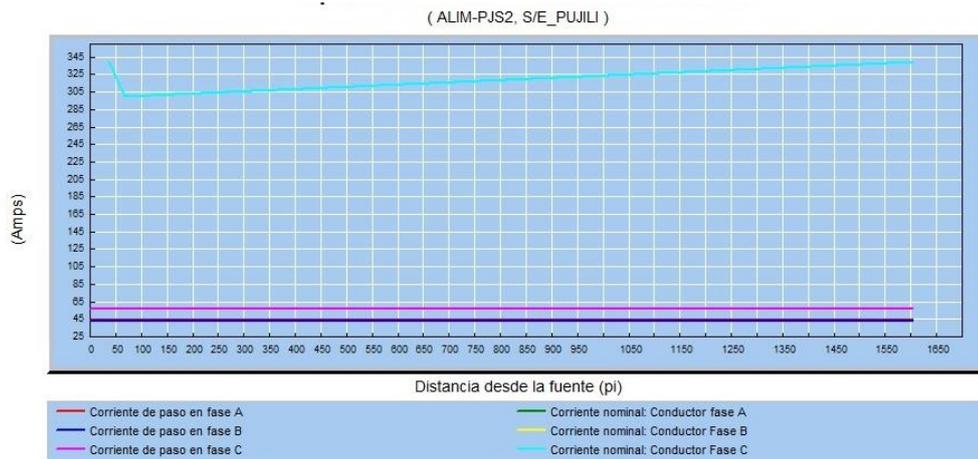
FIGURA N° 29. PERFIL DE VOLTAJE ALIM-PJS_NUEVO



Elaborado Por: Investigadores

También al realizar la modelación del alimentador con la propuesta sugerida se puede obtener la curva de la capacidad de corriente de los conductores obteniéndose en la cabecera del alimentador la misma que se visualiza en la figura 30. Constatando que los conductores están dimensionados correctamente para las corrientes que circula por él, lo que asegura la incorporación de más cargas en los próximos años.

FIGURA N° 30. CAPACIDAD DE CORRIENTE POR EL CONDUCTOR DEL ALIM-PJS2

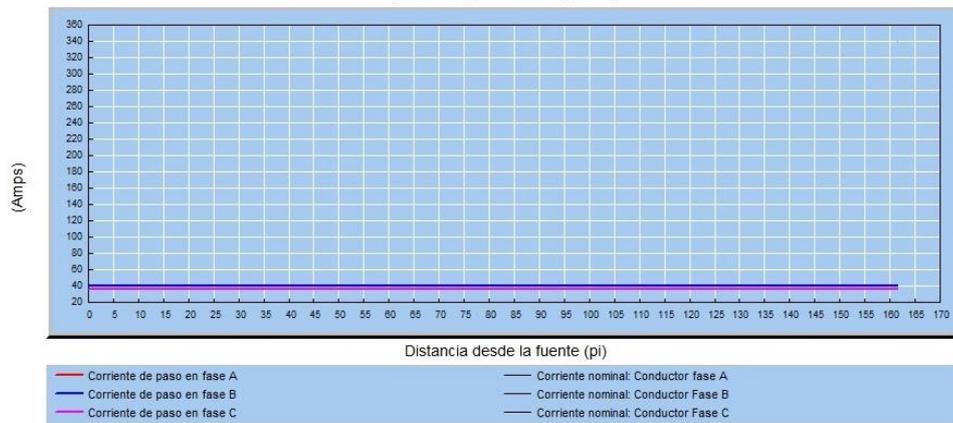


Elaborado Por: Investigadores

Se visualiza en la figura 31 el perfil de la capacidad de corriente del conductor que circula por cada fase en la cabecera del nuevo tramo simulado en el software CYMDIST el mismo que es de gran ayuda para aliviar carga de la troncal del alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag, y directamente ayudando a mejorar el servicio eléctrico entregado a los usuarios que se encuentran dentro del área de servicio. En cuanto a la corriente que circula por los conductores es menor a la capacidad que soporta el conductor, observándose un equilibrio en las corrientes que circulan por las fases del alimentador.

FIGURA N° 31. CAPACIDAD DE CORRIENTE POR EL CONDUCTOR DEL ALIM-PJS_NUEVO

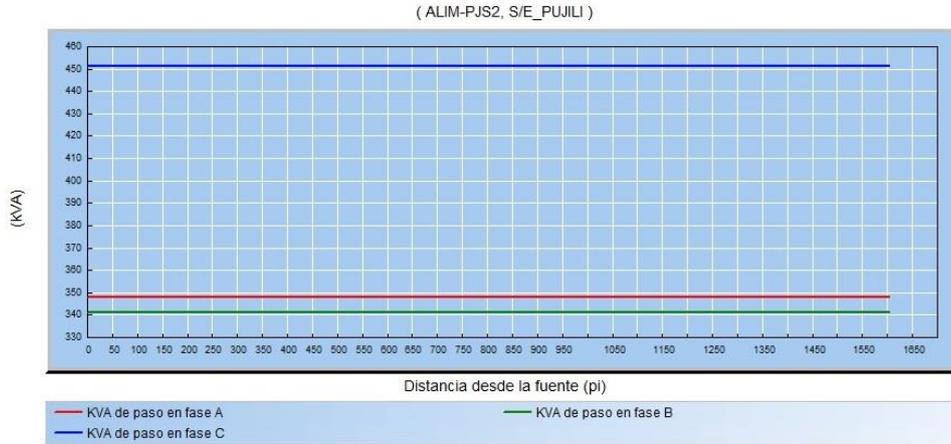
(ALIM-PJS_NUEVO, S/E_PUJILI)



Elaborado Por: Investigadores

La figura 32 indica el perfil de kVA que dispone cada fase obtenido de los reportes luego de la modelación en el software CYMDIST y la aplicación de los capacitores requeridos por el sistema encontrando valores aceptables y permitidos por las regulaciones de los entes que supervisan el sector eléctrico ecuatoriano.

FIGURA N° 32. PERFIL DE kVA del ALIM-PJS2



Elaborado Por: Investigadores

Los cambios realizados al alimentador han dado su efecto de manera positiva mostrando en la figura 33 el perfil de kVA al entrar en funcionamiento el tramo creado y de esta manera se eleva los niveles de confiabilidad del sistema.

FIGURA N° 33. PERFIL DE kVA del ALIM-PJS_NUEVO



Elaborado Por: Investigadores

3.4.2.1.5. Cálculo del filtro sintonizado simple para eliminar armónicos

Por lo que se procede a establecer los parámetros de funcionamiento de la cocina de inducción como es el voltaje, la potencia, la frecuencia.

Mientras que los porcentajes de armónicos inyectados a la red por las cocinas de inducción se las obtuvo de las mediciones realizadas, para con ello determinar que el tercer armónico es el que más afecta al sistema sobrepasa un mayor porcentaje

del límite permitido bajo normas. Lo cual se detalla a continuación los parámetros iniciales para el cálculo del filtro.

VOLTAJE	0,22 kV
Qc	58,77 VAr
Π	3,14
f_fundamental	60 Hz
f_fund+f_3armónico	180 Hz
# de armónico	3
f_armonica	2,8
Qf	20

Al aplicar la (Ec. 13) se obtiene la reactancia necesaria del filtro para minimizar los efectos que causa el armónico en estudio.

$$X_f = \frac{V_{LL \text{ sistema}}^2}{Q_c} \left[\frac{kV}{MVAr} \right]$$

$$X_f = \frac{(0,22)^2}{0,000059} \left[\frac{kV}{MVAr} \right]$$

$$X_f = \frac{0,048}{0,000059} \left[\frac{kV}{MVAr} \right]$$

$$X_f = 823,85 \Omega$$

Utilizando la (Ec. 14) se adquiere la reactancia capacitiva, la misma que está en función del orden del armónico a corregir y de la reactancia del filtro. Este armónico se reduce en un porcentaje y con ello se puede disminuir la posibilidad que entre en resonancia el filtro.

$$X_c = \frac{h^2}{h^2 - 1} * X_f$$

$$X_c = \frac{2,8^2}{2,8^2 - 1} * 823,85 \Omega$$

$$X_c = 1,14 * 823,85 \Omega$$

$$X_C = 942,35 \Omega$$

Para efectuar el cálculo de la capacitancia requerida por el filtro se emplea la (Ec. 15), la misma requiere de la frecuencia del sistema y la reactancia capacitiva deducida anteriormente.

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

$$C = \frac{1}{2 * 3,14 * 60 * 942,35}$$

$$C = 2,81 \mu F$$

En cuanto al cálculo de la reactancia inductiva se la puede obtener mediante el empleo de la ecuación (Ec. 16).

$$X_L = \frac{X_C}{h^2}$$

$$X_L = \frac{942,35 \Omega}{2,8^2}$$

$$X_L = \frac{942,35 \Omega}{7,95}$$

$$X_L = 118,499 \Omega$$

Al aplicar la (Ec. 17) se obtiene la inductancia empleando los valores calculados en la (Ec. 16) y la frecuencia fundamental.

$$L = \frac{X_L}{2\pi f}$$

$$L = \frac{118,499 \Omega}{2 * 3,14 * 60}$$

$$L = 314,32 \text{ mH}$$

Finalmente aplicando la (Ec. 18) con los parámetros de la reactancia inductiva, el armónico a frecuencia de resonancia y la calidad que debe disponer el filtro se obtiene la resistencia en ohmios. En relación con la calidad del filtro se la puede obtener empleando la (Ec. 12) o de acuerdo a catálogos o normas que permiten determinar dicho valor el mismo que es considerado entre un 20 y 50.

$$R = \frac{X_L(f_{res})}{Q_f}$$

$$R = \frac{942,35 \Omega * 2,8}{20}$$

$$R = 16,71 \Omega$$

En la tabla 63 se observa los parámetros concernientes al capacitor para mitigar el tercer armónico el cual se encontró en la cocina de inducción.

Finalmente el filtro estará formado por un banco de capacitores trifásico de 58,765VAr conectado en estrella y reactores de 118,47 Ω (314,24mH) por fase.

TABLA N° 63. CAPACIDAD DEL FILTRO SINTONIZADO SIMPLE

COCINA DE INDUCCIÓN	CALCULADO					
	Qc (KVAR)	Xc (Ω)	C (μ F)	XL (Ω)	L (mH)	R (Ω)
L1	0,0297	502,3	5,39	6,87	18,23	2,91
L2	0,0295	705	4,76	70,1	185,96	9,88
Ltotal	0,0588	1191	2,82	118,47	314,24	16,7

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3. Factibilidad Económica

3.4.3.1. Presupuesto de Materiales

3.4.3.1.1. Alternativa 1

En la tabla 64 se encuentra los materiales utilizados para la ejecución de la alternativa 1, así como el costo por material utilizado para esta solución lo cual ayuda a disminuir los bajos voltajes en el Alimentador.

TABLA N° 64. COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (USD)	COSTOS TOTALES (USD)
Conductor ACSR 2 AWG	m	832,76	0,64	532,97
Cruceta metálica "L" 76*76*6 mm*	c/u	16	3,2	51,2
Aislador Pin espiga	c/u	28	6,55	183,4
Perno U	c/u	14	2,88	40,32
Perno Pin espiga	c/u	28	5,76	161,28
Alambre de atar	m	21	0,67	14,07
Pie amigo ángulo	c/u	14	5,54	77,56
Abrazadera simple 3P	c/u	14	4,43	62,02
Perno máquina	c/u	6	0,84	5,04
Aislador polimérico	c/u	3	12,3	36,9
COSTO TOTAL DE MATERIALES				1164,76

Elaborado Por: Investigadores

Al tener el total de los materiales a utilizar en la alternativa 1 se debe realizar un presupuesto sobre el costo de la instalación y mano de obra que llevara a cabo esta realización, estos se encuentran en la tabla 65.

TABLA N° 65. COSTOS DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (USD)	COSTOS TOTALES (USD)
Tendido y regulado del conductor # 2	m	832,76	0,13	108,2588
Ensamblaje de Estructura Trifásica	c/u	15	15,09	226,35
Cambio de Fase a la carga	c/u	5	1,01	5,05
COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA				339,6588

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 66 se detalla la inversión total que se debe realizar para aplicar los correctivos propuestos y mejorar los niveles de voltaje en varios tramos del alimentador.

TABLA N° 66. COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTOS TOTALES (USD)
1	COSTO TOTAL DE MATERIALES	1164,76
2	COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	339,6588
COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA		1504,42

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3.1.2. Alternativa 2

El cambio de calibres en los conductores, el cambio de los tramos monofásicos por trifásicos propuestos en la alternativa 2 necesariamente requiere de otra inversión en materiales los cuales se detallan en la tabla 67.

TABLA N° 67. COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (USD)	COSTOS TOTALES (USD)
Conductor ACSR 1/0 AWG	m	1054,96	1,05	1107,71
Conductor ACSR 4/0 AWG	m	3546,82	2,02	7164,59
Cruceta metálica "L" 76*76*6mm*	c/u	9	35	315,00
Perno U	c/u	9	2,88	25,92
Perno Pin espiga	c/u	18	5,76	103,68
Alambre de atar	m	13,5	0,67	9,05
Pie amigo ángulo	c/u	9	5,54	49,86
Abrazadera simple 3P	c/u	9	4,43	39,87
Perno máquina	c/u	9	0,84	7,56
Capacitor trifásico de 100 kVAr	c/u	1	2000	2000,00
COSTO TOTAL DE MATERIALES				10823,23

Elaborado Por: Investigadores

Los cambios realizados en la alternativa 2 para mejorar los niveles de voltaje requieren de un costo de instalación y mano de obra que se detallan en la tabla 68

TABLA N° 68. COSTO DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (USD)	COSTOS TOTALES (USD)
Tendido y regulado del conductor # 1/0	m	6312,82	0,13	820,67
Tendido y regulado del conductor # 4/0	m	1759,41	0,2	351,88
Montaje de un capacitor	c/u	1	50	50,00
Ensamblaje de Estructura Trifásica	c/u	9	15,09	135,81
Cambio de Fase a la carga	c/u	1	1,01	1,01
COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA				1359,37

Elaborado Por: Investigadores

El costo total de la propuesta para la alternativa 2 se la obtiene en base a las tablas anteriores y se encuentra detallada en la tabla 69.

TABLA N° 69. COSTO DE LA PROPUESTA

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTOS TOTALES (USD)
1	COSTO TOTAL DE MATERIALES	10823,23
2	COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	1359,3686
COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA		12182,60

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3.1.3. Alternativa 3

En la tabla 70 se visualiza la descripción de los materiales a utilizarse para la realización de una nueva línea trifásica la mismo que aliviará carga del alimentador 2 Pujilí Centro Alpamalag una vez que se han incorporado las cocinas de inducción a los usuarios residenciales, así como también los materiales necesarios para la instalación de un capacitor de 300 kVAR requeridos para

disminuir las pérdidas de energía eléctrica, cada material esta detallado con su costo unitario y la cantidad a utilizar.

TABLA N° 70. COSTO DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Conductor ACSR 2 AWG	m	832,84	0,64	533,0
Conductor ACSR 1/0 AWG	m	6312,82	1,05	6628461,0
Conductor ACSR 3/0 AWG	m	1759,41	1,57	2762,3
Conductor ACSR 4/0 AWG	m	3449,94	2,02	6968,9
Poste de hormigón de 12m de 500 kg	c/u	15	264	3960,0
Transformador Monofásico de 50 kVA	c/u	8	3250	26000,0
Transformador Monofásico de 10 kVA	c/u	1	1320	1320,0
Abrazadera para tranfo	c/u	9	8,76	78,8
Aislador espiga pin	c/u	51	6,55	334,1
Aislador rollo	c/u	15	1,24	18,6
Alambre de atar	m	18	0,67	12,1
Bastidor de 1 vía	c/u	15	1,96	29,4
Perno Pin espiga	c/u	51	5,76	293,8
Perno punta de poste doble	c/u	9	12,1	108,9
Abrazadera simple 3P	c/u	10	4,43	44,3
Abrazadera doble	c/u	20	5,84	116,8
Bloque de anclaje	c/u	16	9,62	153,9
Cable tensor 3/8"	m	400	1,3	520,0
Cruceta metálica "L" 76*76*6mm*	c/u	20	35	700,0
Pie amigo ángulo	c/u	18	5,54	99,7
Guardacabo 3/8	c/u	32	0,75	24,0
Perno máquina de 1/2"x1 1/2"	c/u	16	0,84	13,4
Perno U	c/u	4	2,88	11,5
Tuerca de ojo 5/8"	c/u	3	2,3	6,9
Varilla copperweld	c/u	12	8,4	100,8
Varilla de anclaje	c/u	16	11,32	181,1
Suelda exotérmica # 90	c/u	12	6,23	74,8
Seccionador rompe arco	c/u	3	107,35	322,1
Cinta de armar	m	20	0,72	14,4
Pararrayos	c/u	9	82,82	745,4
Capacitor trifásico de 300 kVAr	c/u	1	3000	4100,0
Capacitor trifásico de 100 kVAr	c/u	1	2000	2000,0
COSTO TOTAL DE MATERIAL				58277,4

Elaborado Por: Investigadores

Para la realización del mejoramiento en el alimentador 2 Pujilí Centro Alpamagalag, se deberán tomar en cuenta los costos de la mano de obra según consta en la tabla 68; estos recursos servirán para la respectiva instalación de los materiales detallados en la tabla 71 que consta en la propuesta planteada en la alternativa 3.

TABLA N° 71. COSTO DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Excavación y parada de poste de hormigón de 12m de 500 kg	c/u	15	44,83	672,45
Ensamblaje de accesorios de tensores incluido neutro al tensor en fin de línea	c/u	16	17,53	280,48
Instalación de equipos de protección (seccionadores, pararrayos, puesta a tierra)	c/u	15	10,91	163,65
Instalación de un transformador Monofásico de 50 kVA	c/u	8	112,33	898,64
Instalación de un transformador Monofásico de 10 kVA	c/u	1	89,73	89,73
Tendido y regulado de conductor # 2	m	832,84	0,13	111,60
Tendido y regulado de conductor # 1/0	m	6312,82	0,16	1024,13
Tendido y regulado de conductor # 3/0	m	1759,41	0,17	306,14
Tendido y regulado de conductor # 4/0	m	3449,94	0,20	682,40
Estructura trifásica incluido neutro	c/u	15	17,09	256,35
COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA				4485,56

Elaborado Por: Investigadores

En la tabla 72 se detalla la inversión total que deberá realizar la empresa eléctrica de acuerdo a los correctivos planteados en esta investigación, para dotar de un servicio de calidad y eficiencia a los usuarios alimentados por la subestación Pujilí.

TABLA N° 72. COSTO DE LA PROPUESTA

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (USD)
1	COSTO DE MATERIALES	58277,35
2	COSTO DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	4485,56
COSTO DE LA PROPUESTA		62762,92

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3.2. Costos de operación y mantenimiento

En la tabla 73 se detallan los costos de operación y mantenimiento que deberá realizar la Empresa Eléctrica cada año para mantener la calidad de servicio en el alimentador.

TABLA N° 73. COSTO TOTAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Total Transformadores	c/u	9	120	1080
Total Capacitores	c/u	2	200	400
COSTO TOTAL				1480

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3.3. Retorno de inversión del Sistema Proyectado

3.4.3.3.1. Alternativa 1

Para el cálculo del VAN y la TIR se tomó un horizonte de estudio de 10 años teniendo una inversión inicial de \$1.504 para la aplicación de la alternativa 1 detallados en la tabla 74, de igual manera se detalla los egresos y la recuperación de la inversión inicial. De esta manera el VAN es positivo lo que indica que es una propuesta factible de realizarla.

TABLA N° 74. CALCULO DEL VAN Y LA TIR

AÑOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos	1,504	246,89	262,79	154,19	146,16	313,65
Egresos (O/M)		80	82.784	85,66	88,65	91,73
F/netos	-1.504,4	166,9	180,0	68,5	57,5	221,9
Recuperación de la inversión	\$ -1.504,4	\$ 158,9	\$ 163,3	\$ 59,2	\$ 47,3	\$ 173,9
AÑOS	2021	2022	2023	2024	2025	
Ingresos	331,72	350,39	369,64	389,50	410,00	
Egresos (O/M)	94,92	98,23	101,64	105,18	108,84	
F/netos	236,8	252,2	268,0	284,3	301,2	
Recuperación de la inversión	\$ 176,7	\$ 179,2	\$ 181,4	\$ 183,3	\$ 184,9	
VAN	\$ 3,65					
TIR	5,04%					

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3.3.2. Alternativa 2

Para la aplicación de la alternativa 2 de igual manera se calculó el VAN y la TIR para el mismo horizonte de estudio, los cuales se observan en la tabla 75, iniciando con una inversión de \$12.183 para reflejar un VAN aceptable para esta propuesta.

TABLA N° 75. CALCULO DEL VAN Y LA TIR

AÑOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos	12,183	1.871,82	1.992,36	1.169,01	1.108,09	1.378,00
Egresos (O/M)		170	175.916	182,04	188,37	194,93
F/netos	-12.182,6	1.701,8	1.816,4	987,0	919,7	1.183,1
Recuperación de la inversión	\$ -12.182,6	\$ 1.620	\$1.647,6	\$ 852,6	\$ 756,7	\$ 927,0
AÑOS	2021	2022	2023	2024	2025	
Ingresos	2.514,99	2.656,51	2.802,44	2.953,04	3.108,46	
Egresos (O/M)	201,71	208,73	216,00	223,51	231,29	
F/netos	2.313,3	2.447,8	2.586,4	2.729,5	2.877,2	
Recuperación de la inversión	\$ 1.726,2	\$ 1.739,6	\$1.750,6	\$1.759,5	\$ 1.766,3	
VAN	\$ 2.364,17					
TIR	8,31%					

Elaborado Por: Investigadores

3.4.3.3.3. Alternativa 3

En la tabla 76 se encuentra el cálculo del VAN y la TIR utilizados para determinar la rentabilidad de la propuesta planteada en la alternativa 3, se calcula en función del:

- Costo total de los materiales, mano de obra e instalación
- Costo de la Energía
- Depreciación de los materiales
- Costos de operación y mantenimiento

TABLA N° 76. CÁLCULO DEL VAN Y LA TIR

AÑOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos	62.763	9.671,62	10.307	1.963	1.642	12.342,18
Egresos (O/M)		1480	1531,5	1.584	1.639	1.697,02
F/netos	-62.762	8.191,6	8.776,1	378,8	2,3	10.645,2
Recuperación de la inversión	\$ -62.762	\$ 7.801	\$7.960	\$ 327,2	\$ 1,9	\$ 8.340,8
AÑOS	2021	2022	2023	2024	2025	
Ingresos	13.064	13.811	14.581	15.376	16.196	
Egresos (O/M)	1.756	1.817	1.880	1.945	2.013	
F/netos	11.308	11.994	12.701	13.430	14.182	
Recuperación de la inversión	\$ 8.438	\$ 8.524	\$ 8.596	\$ 8.657	\$ 8.706	
VAN	\$ 4.592					
TIR	6,23%					

Elaborado Por: Investigadores

3.5. Conclusiones y Recomendaciones

3.5.1. Conclusiones

- Una vez realizada la proyección de la demanda con datos históricos de 10 años atrás del Alimentador Pujilí Centro – Alpamalag y las mediciones realizadas a los usuarios que ya tienen en funcionamiento la cocina de inducción se determinó que tienen un índice de crecimiento del 5% de la demanda de energía anual en el sector residencial, zona en la cual hasta el año 2025 ingresarán paulatinamente en operatividad las cocinas de inducción.
- Al ingresar al programa computacional CYMDIST los nuevos datos obtenidos de la proyección de la demanda se determinó que 9 transformadores se encuentran sobrecargados siendo el 21677_MTA-1 y el 7019 con una cargabilidad de 351,6%, es decir, que sobrepasan su potencia nominal instalada y varios tramos del alimentador se encuentran con bajos voltajes, así las pérdidas tienden a crecer significativamente y de forma directa la disminución de la vida útil de los equipos.
- El sistema eléctrico del Alimentador 2 Pujilí Centro – Alpamalag actualmente no se encuentra en las condiciones técnicas para recibir la nueva carga como son las cocinas de inducción, mediante la simulación en el software CYMDIST se observó anomalías en especial desbalance de fases del 50% y 100% entre ellas, caídas de voltajes considerables en los tramos finales del alimentador las mismas que deben ser mejoradas para mantener la calidad de la energía dentro de los parámetros establecidos por las normas vigentes.
- Mediante la simulación en el software CYMDIST se permitió conocer los lugares con mayor concentración de carga y por ende las que mayores problemas mantendrán cuando vayan ingresando las cocinas de inducción,

adquiriendo así información relevante para plantear las propuestas de mejoras para los años futuros.

- De acuerdo a las mediciones realizadas a la cocina de inducción el THD_1 tiene efectos en el orden del tercer armónico, pues la norma admite un 7% y la cocina está inyectando un 15,3% de distorsión armónica sobrepasando así los valores estandarizados permitidos por la regulación IEEE 519 para lo cual se calculó un filtro sintonizado simple.
- Una de las opciones para mejorar la calidad de energía y dar un buen servicio a los usuarios es el cambio de transformadores sobrecargados como el 7019 a una capacidad de 50 kVA.
- El cambio de red monofásica a red trifásica es una de las opciones consideradas para mejorar la confiabilidad del alimentador, con este aumento se realiza un balance de carga minimizando un 4% de las pérdidas.
- La creación del nuevo tramo trifásico es factible porque alivia carga del alimentador 2, de esta manera se distribuye la carga de manera proporcional entre el alimentador existente y el tramo creado, así reduciendo un 80% de pérdidas pues sin las propuestas se tiene un valor de pérdidas totales de 241,82 kW y al aplicar los correctivos necesarios se llegó a un valor de 50,69 kW.
- Una vez realizadas los cambios propuestos se observa una mejora en los niveles de voltaje, pues por una de las fases circulaba 13,1 kVLL y con la creación del nuevo alimentador circula 13,6 kVLL reduciendo de esta manera las caídas de voltaje.
- De las 3 alternativas planteadas la propuesta numero 3 es la más rentable debido a que el cálculo del VAN y la TIR es mayor a las alternativas 1 y 2 con un valor del VAN de \$4.592,2

3.5.2. *Recomendaciones*

- La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., debe realizar un seguimiento del comportamiento de las redes eléctricas y de sus equipos debido a que muchos de ellos se encuentran operando fuera de los parámetros nominales y por ende ocasionando pérdidas al sistema y más aun con el ingreso de las cocinas de inducción que es una carga adicional a la red.
- El alimentador Pujilí Centro – Alpamalag requiere de varias configuraciones como son el balance de las cargas, el aumento del calibre de los conductores para disminuir las caídas de voltaje en los diferentes tramos.
- Se recomienda que en el Alimentador se deben cambiar los 9 transformadores que se encuentran trabajando en sobrecarga para abastecer las nuevas demandas que ingresaran año a año al sistema eléctrico de distribución.
- Debido a la carga que existirá en el año 2025 se necesita la creación de una nueva línea trifásica desde la subestación la misma que aliviara carga en la parte céntrica del alimentador y disminuirá las excesivas pérdidas presentadas al simular el alimentador para los diferentes años planteados en la proyección de la demanda.
- Se recomienda la instalación de un capacitor monofásico en el tramo 29477_MTA y un capacitor trifásico de 300kVAr en el tramo 21563_MTA los mismo que ayudan a disminuir las pérdidas del sistema, reducir los bajos voltaje y compensar los kVAr necesarios para entregar a los usuarios un servicio de calidad.

- Una vez realizados los cambios propuestos se debe realizar un estudio de coordinación de protecciones debido a que existirán más usuarios y mayor demanda de energía afectando la calidad del servicio eléctrico.
- Al trabajar con bienes materiales se debe considerar la depreciación de los mismos que está en un valor de 3% según la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., que considera las condiciones ambientales en las que se encuentra el alimentador las propiedades van reduciendo por ende la vida útil disminuye.
- Se recomienda realizar mantenimiento predictivo y correctivo en el alimentador en el año 2022 para determinar el nivel de operatividad de los alimentadores de la subestación Pujilí.

3.6. Definición de términos Básicos

A

ALIM_PJS2: Alimentador 2 de la subestación Pujilí.

Analizador de calidad de energía: es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes eléctricas.

ARCONEL: Agencia de regulación y control de electricidad.

C

Caída de voltaje: Es la diferencia entre el voltaje de transmisión y de recepción.

Calidad: Es la condición de voltaje, frecuencia y forma de onda del servicio de energía eléctrica, suministrada a los usuarios de acuerdo con las normas y reglamentos aplicables.

Calidad del servicio de energía: Es dar un servicio eléctrico con sus parámetros en estado estable es decir normados tanto de voltaje, corriente, factor de potencia y frecuencia.

Cocina de inducción: Es un electrodoméstico que calienta un recipiente mediante campos magnéticos.

Corriente: Es aquella magnitud física que indica la cantidad de electricidad que recorre un conductor, durante una unidad de tiempo determinada.

CT: Centro de transformación.

CYMDIST: Creating Distribution Network, es utilizado para la creación y análisis de redes de distribución.

E

Eficiencia energética: Es utilizar menor energía para proveer el mismo servicio.

G

GLP: Gas Licuado de Petróleo

I

Icc: Es la corriente de cortocircuito la misma que son corriente superiores a las corrientes de carga en condiciones normales.

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

I_L: Es la corriente de línea.

K

kVA: Es la potencia aparente. Es la potencia total consumida por la carga y es el producto de los valores eficaces del voltaje e intensidad.

kVAr: Es la potencia reactiva. Es la potencia que necesitan los equipos (transformadores, motores) para producir el flujo magnético.

kW: Es la unidad de medida de la potencia eléctrica también llamada potencia activa.

M

Material ferromagnético: Material que tiene como propiedad una alta permeabilidad magnética, que se imantan y pueden llegar a la saturación, como el hierro.

Material vitrocerámico: Material cerámico que combina la naturaleza de los cerámicos cristalinos y los vidrios. Este material es resistente al calor y al frío, incluso a cambios extremos de temperatura.

MEER: Ministerios de electricidad y energía renovables.

MTA: Son los tramos aéreos en media voltaje utilizados en el software CYMDIST para nominar los tramos del alimentador.

MTS: Es la designación de los tramos de la red de medio voltaje subterráneo.

P

PEC: Programa de Eficiencia Energética para cocción por inducción.

P.U.: El sistema por unidad (p.u., per-unit en inglés) de cualquier cantidad se define como la relación entre esta cantidad y la cantidad base y se expresa como un decimal.

S

Sistemas eléctricos: Son recorridos que debe realizar la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía que son los generadores como la nueva Coca Codo Sinclair, pasando por TRANSELECTRIC sistema de transmisión para luego acoplarse a las subestaciones de distribución de cada una de las empresas distribuidoras para finalmente suministrar de energía eléctrica al consumidor final.

T

THD I: Es la tasa distorsión armónica total de corriente, la misma que permite observar el porcentaje que inyectan las cargas no lineales al sistema para reducir dicho porcentaje.

THD V: Es la tasa de distorsión armónica total de voltaje, es la relación entre el valor eficaz del total de las componentes armónicas y el valor eficaz correspondiente a la componente fundamental.

V

Voltaje: Es la presión que una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz ejerce sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado.

3.7. Bibliografía

3.7.1. Bibliografía Citada

- ACEVEDO, Francisco. “Componentes armónicas en redes de distribución eléctricas”, [en línea] 2003, [citado 18 enero 2016] Armónico de voltaje pág. 3. Disponible en: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjahleAyNfMAhUGXh4KHWB2DisQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sistemamid.com%2Fdownload.php%3Fa%3D1886&usg=AFQjCNFjMMNxFLyqnUofsRfSZtLvVuP09A&sig2=zRtlaxpvYMJtSdMbZIFe2g>
- ACHURI, Sixto. “Apuntes generales sobre redes eléctricas de distribución”, [en línea], Universidad Pontificia Bolivariana – Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de Medellín, Colombia Medellín 1998, [citado 16 enero 2016]. Demanda Máxima págs. 27, 28, 32, 34, 37, 38, 45 Disponible en: <http://myslide.es/documents/apuntes-generales-sobre-redes-de-distribucion-electrica-561c02d1bac26.html>
- AGENCIA de Control y Regulación de Electricidad - ARCONEL, “Metodología propuesta por el MEER para la proyección de la demanda con la incorporación de las cocinas de inducción”, Quito – Ecuador 2013 pág. 7
- AGENCIA de Control y Regulación de Electricidad - ARCONEL, “Calidad del servicio eléctrico de distribución”, Ecuador pág. 8, 9
- AGUIRRE Carlos, JIMÉNEZ Mario, FREIRE Washington. “Estudio de la demanda del alimentador primaria Olímpica de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A, frente a la incorporación masiva de las cocinas de inducción” Informe inédito Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. 2014

- ALVEAR, Jonathan. “Cocina de inducción magnética” [en línea], Quito, diciembre 2014, [citado 11 enero 2016]. Cocina de inducción pág. 1. Disponible en: <https://hubslide.com/jontha69/principio-de-funcionamiento-de-una-cocina-de-induccion-s56d938338d070ead0ed4d97e.html>
- Armónicos de corriente pág. 7 [citado 19 enero 2016]. Disponible en: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Analisis_de_Armonicos.pdf
- BERREZUETA, José. ENCALADA Andrea. “Análisis de los factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su estimación, sector residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A., período 2002-2012”, [en línea], Cuenca, enero 2014, [citado 9 enero 2016]. Categorías de consumidores pág. 34. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5184/1/tesis.pdf.pdf>
- CHASILOA CHILUISA D. Xavier, ORTEGA PROAÑO P. David. “Alternativas de solución para el crecimiento de la demanda proyectada hacia el año 2022 en la red subterránea de distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la empresa eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.”, Director: ing. Eléc. Kléver Mayorga. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Latacunga, Junio 2013.
- ESTIGARRIBIA, Héctor. “Armónicos en líneas de bajo voltaje” [en línea], Universidad Nacional de Asunción, Paraguay 2004, [citado 18 enero 2016] Definición de armónicos desde el punto de vista eléctrico pág. 2. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/armonicos-baja-tension/armonicos-baja-tension.pdf>
- FORNIELES Francesc. “Armónicos: Efectos, diagnóstico y soluciones”, *JCEE'09*. Disponible en Web:

http://www.jcee.upc.edu/JCEE2009/pdf_ponencias/PDFs/Fornieles_17_11_09_M.pdf. [Consulta: 10 de Octubre del 2015]

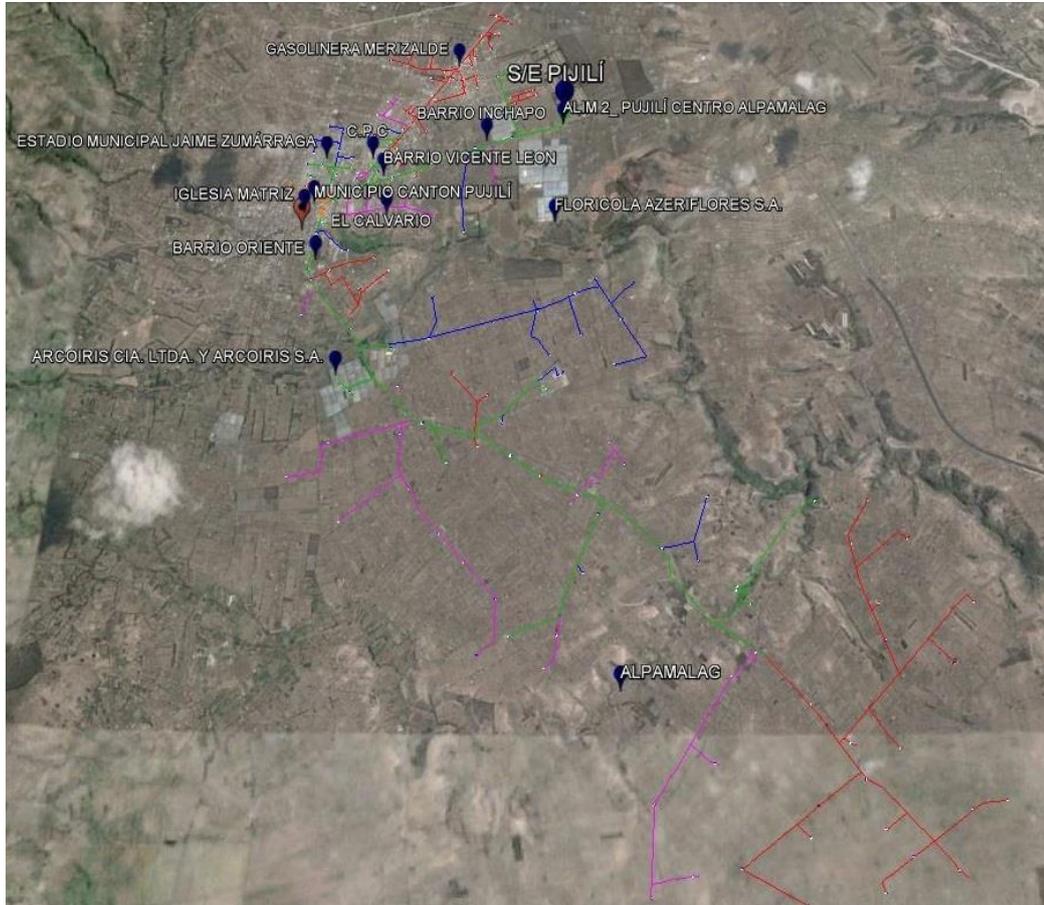
- JIMÉNEZ, Raúl. “Estadística Inferencia II”, [en línea]. Agosto 2012, [citado 12 enero 2016]. Regresión Lineal Simple y Múltiple pág. 4. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/105850471/ESTADISTICA-INFERENCIAL-II-LIBRO>
- LEDESMA, R. “Análisis y propuesta de solución al problema de alta distorsión armónica” [en línea], Universidad Nacional de Asunción Paraguay.2009,
- ORELLANA UGUÑA C. Mauricio, PAÑI UGUÑA M. Iván. “Incidencia del programa „cocción eficiente en la demanda máxima unitaria en el sector residencial rural de la ciudad de cuenca”. Director: Ing. Pedro León Córdova, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela Eléctrica, Cuenca 2015.
- PULLA, Giovani. “Evaluación Energética del alumbrado público en la Ciudad de Cuenca”, Director: Mst. Vinicio Méndez Tapia, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Cuenca, 2013.
- RAMÍREZ, Samuel. “Redes de Distribución de Energía”, [en línea]. Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales, Tercera Edición, Colombia, Manizales, enero 2014, I.S.B.N 958-9322-86-7, [citado 15 enero 2016]. Tasa de crecimiento de la demanda, pág. 25. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/3393/1/958-9322-86-7_Parte1.pdf
- RIVERA, José. “Eficiencia eléctrica en alimentadores primarios de distribución de la empresa eléctrica Regional Centro Sur C.A. – Ecuador”, [en línea] Cuenca 2013, [citado 23 enero 2016]. Niveles de voltaje pág. 48. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3699/1/TESIS.pdf>

- ROJAS, Lennart. “Subestaciones de Distribución”, [en línea], Universidad Nacional de Ingeniería, Perú 2015, [citado 8 enero 2016]. Subestación de Transformación Pág. 8. Disponible en: <http://www.cipermi.com/Subestaciones%20de%20Distribucion.pdf>
- RUEDA, Paula. “Estudio para la presentación de una propuesta para la implementación de un sistema de tele gestión del alumbrado público en la ciudad de Guayaquil”, Director: Ing. Luis Córdova Rivadeneira, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el desarrollo, Guayaquil, Febrero 2014.
- SAMPIERI, Néstor, COLLADO, Carlos, LUCIO, Pilar, “Niveles de la Investigación”, Cuarta Edición, México: McGraw-Hill, 2006. 805 pág. ISBN 970.10.5753.8
- TÉLLEZ, Eugenio. ”Distorsión armónica”, [en línea] México – Puebla 2003, [citado 20 enero 2016] Limites de distorsión el voltaje pág. 13, 14 Disponible en: <http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>
- VARGAS, Kléver. “Homologación de precios unitarios para la construcción de redes eléctricas áreas de distribución en el Ecuador”, [en línea], Quito, febrero 2015, [citado 8 enero 2016]. Fundamentos del Sistema Eléctrico de Distribución pág. 2. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8007/1/UPS-KT00987.pdf>

ANEXOS.

ANEXO N° 1

Ubicación del Alimentador 2 Pujilí Centro-Alpamalag



Fuente: ArcGis y Google Earth

Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 2

Certificado de Apertura de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Latacunga, 27 de Enero, 2016

Ingeniero
Miguel Ángel Lucio Castro
PRESIDENTE EJECUTIVO
EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.
Presente.-

De mis consideraciones.

A nombre de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Eléctrica le hacemos llegar un cordial y atento saludo, deseándole éxitos en las delicadas funciones que se encuentra desempeñando en tan prestigiosa Institución.

Dentro de la formación académica que tenemos los estudiantes, está la realización de estudios de investigación sobre temas relacionados con la parte eléctrica y la vinculación con la sociedad, dentro de este proceso, estamos interesados en desarrollar el trabajo de investigación en su prestigiosa empresa con el tema "ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEBIDO A LA PROYECCION DE LAS COCINAS DE INDUCCION EN USUARIOS RESIDENCIALES, PARA DETERMINAR UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA A MANTENER LA CALIDAD DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA DEL ALIMENTADOR 10PJ13BIS2 PUJILÍ CENTRO-ALPAMALAG DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A., DURANTE EL AÑO 2015.", el trabajo de investigación será desarrollado bajo la dirección del Ing. Eléctrico. Vicente Quispe docente a tiempo completo de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la carrera de Ingeniería Eléctrica, y así como también en calidad de Asesor el Ing. Julio Esparza, quien desde los primeros días de la investigación ha prestado toda la colaboración para el desarrollo del Anteproyecto y su aprobación, continuando presto a contribuir en el desenvolvimiento indagatorio del tema antes señalado, lo que nos motiva e impulsa el desarrollo de la tesis. Además solicitamos se facilite equipos como analizadores que nos servirán para realizar nuestro trabajo de Titulación, bajo la supervisión del personal técnico de la Empresa.

Estudios que pretendemos diagnosticar aspectos técnicos y económicos por la inserción de las cocinas de inducción en la red eléctrica de la empresa y así contribuir en beneficio de la institución y de esta manera lograr obtener el Título como Ingenieros Eléctricos en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Concedor de su alto espíritu de colaboración, le anticipamos nuestros sinceros agradecimientos por la atención que le brinde a la presente, sin más que agregar, me despido.

Saludos cordiales,
"POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO"


Edwin Faz S
ESTUDIANTE


Carlos Mejía B
ESTUDIANTE



www.ute.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252348 - 2252307 - 2252205

Fuente: ELEPCO S.A.

Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 3

Consumo por Sectores (GWh) Período 2005-2025

AÑO	CONSUMO RESIDENCIAL (GWh)	CONSUMO COMERCIAL (GWh)	CONSUMO INDUSTRIAL (GWh)	CONSUMO OTROS (GWh)	CONSUMO TOTAL (GWh)
HISTORICO					
2005	1,67	0,92	0,90	0,52	4,01
2006	1,80	1,02	1,13	0,59	4,54
2007	1,86	0,99	1,13	0,50	4,49
2008	2,07	1,15	1,22	0,60	5,04
2009	2,28	1,40	1,42	0,77	5,87
2010	2,15	1,16	1,70	0,46	5,47
2011	2,59	1,62	1,39	0,80	6,40
2012	2,75	1,77	1,81	0,79	7,12
2013	2,94	2,04	2,05	0,89	7,92
2014	3,23	2,11	2,71	1,05	9,10
2015	3,89	2,58	3,22	1,44	11,12
PRONOSTICO					
2016	4,46	2,61	3,44	1,58	12,09
2017	4,91	2,81	3,57	1,59	12,88
2018	5,19	3,09	3,76	1,65	13,70
2019	5,49	3,39	3,95	1,72	14,55
2020	5,79	3,71	4,14	1,79	15,43
2021	6,11	4,05	4,32	1,85	16,33
2022	6,44	4,40	4,51	1,91	17,26
2023	6,94	4,74	4,63	1,92	18,23
2024	7,34	5,12	4,80	1,97	19,22
2025	7,75	5,53	4,95	2,01	20,25

Fuente: Departamento de planificación de ELEPCO S.A.

Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 4

Número de Abonados por Sectores Período 2005-2015

AÑO	SECTOR RESIDENCIAL	SECTOR COMERCIAL	SECTOR INDUSTRIAL	SECTOR OTROS	TOTAL
2005	1959	103	47	69	2178
2006	2023	106	49	70	2248
2007	2096	112	52	72	2332
2008	2168	119	55	74	2416
2009	2210	131	58	97	2496
2010	2282	139	60	98	2579
2011	2357	144	61	96	2658
2012	2460	159	66	95	2780
2013	2565	171	68	96	2900
2014	2654	194	71	97	3016
2015	2746	209	74	102	3131

Fuente: Departamento de planificación de ELEPCO S.A.

Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 6

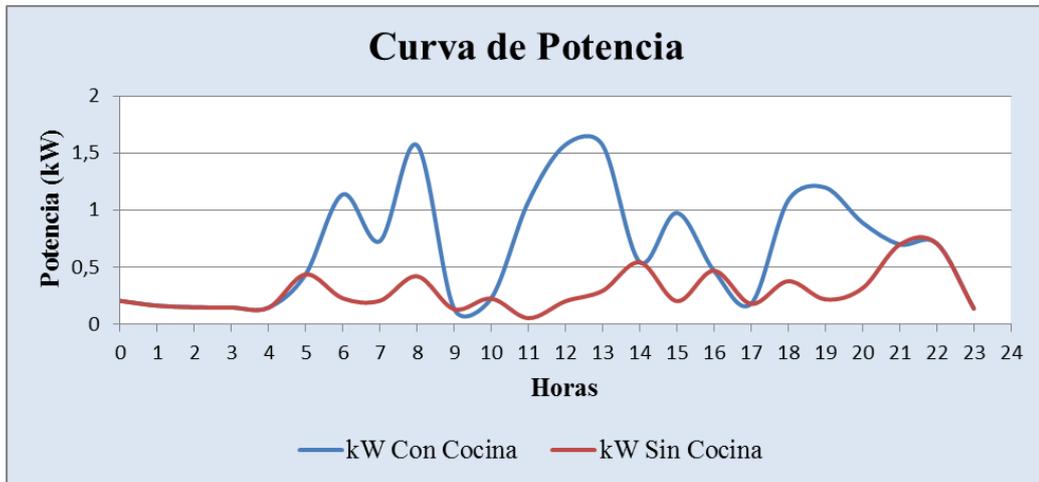
Mediciones de Energía realizadas a la cocina de inducción

Días	1	2	3	4	5	6	7	8											
Horas	18/04/2016	19/04/2016	20/04/2016	21/04/2016	22/04/2016	23/04/2016	24/04/2016	25/04/2016											
0:00:00		0,04	0,081	0,081	0,161	0,161	0,282	0,363		7:50:00		0,161	0,161	0,161	48,231	0,322	0,282	35,297	
0:10:00		0,04	0,081	0,121	0,161	0,201	0,322	0,322		8:00:00		51,415	0,201	0,161	37,191	0,322	0,363	0,725	
0:20:00		0,04	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,363		8:10:00		76,356	0,161	0,161	38,762	27,4	0,363	0,725	
0:30:00		0,04	0,121	0,121	0,161	0,201	0,282	0,363		8:20:00		16,843	0,161	0,161	7,736	56,33	0,363	0,685	
0:40:00		0,04	0,081	0,121	0,161	0,201	0,322	0,363		8:30:00	7,414	0,604	0,161	35,861	0,645	30,905	0,322	0,322	
0:50:00		0,04	0,081	0,081	0,161	0,201	0,282	0,363		8:40:00	63,261	0,201	0,161	43,96	39,528	35,499	0,282	0,322	
1:00:00		0,04	0,081	0,121	0,161	0,201	0,322	0,363		8:50:00	53,067	0,161	0,161	10,396	79,499	29,858	0,322	0,322	
1:10:00		0,04	0,121	0,121	0,161	0,201	0,322	0,322		9:00:00	0,363	0,161	0,121	38,601	0,645	0,766	0,322	0,322	
1:20:00		0,04	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,363		9:10:00	0,161	0,201	0,161	23,008	0,322	0,363	0,322		
1:30:00		0,081	0,121	0,161	0,161	0,242	0,322	0,363		9:20:00	-0,04	0,201	0,161	0,564	0,201	0,322	0,322		
1:40:00		0,081	0,161	0,121	0,161	0,242	0,322	0,363		9:30:00	-0,04	0,161	0,121	0,242	0,242	0,322	19,099		
1:50:00		0,081	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,363		9:40:00	0	0,201	0,161	0,161	0,201	0,363	57,418		
2:00:00		0,081	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,322		9:50:00	0	0,161	0,121	0,161	0,201	0,322	51,495		
2:10:00		0,081	0,121	0,121	0,161	0,242	0,363	0,322		10:00:00	0	0,161	0,121	0,161	0,242	0,322	0,685		
2:20:00		0,081	0,161	0,121	0,161	0,242	0,322	0,363		10:10:00	0	0,161	0,161	0,161	0,242	0,282	0,685		
2:30:00		0,081	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,322		10:20:00	0	0,201	0,161	0,161	0,242	0,242	0,322		
2:40:00		0,081	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,322		10:30:00	0	0,242	0,161	0,161	0,201	0,282	0,282		
2:50:00		0,081	0,161	0,121	0,121	0,282	0,322	0,363		10:40:00	0	0,242	0,161	0,201	0,201	0,282	0,282		
3:00:00		0,121	0,161	0,121	0,121	0,282	0,282	0,322		10:50:00	0	0,201	0,161	0,161	0,201	0,242	0,242		
3:10:00		0,121	0,121	0,081	0,161	0,242	0,322	0,322		11:00:00	0	0,242	0,161	0,201	28,085	0,242	0,282		
3:20:00		0,121	0,121	0,121	0,121	0,242	0,322	0,322		11:10:00	0,04	0,201	0,161	0,161	114,595	0,201	0,282		
3:30:00		0,121	0,121	0,121	0,161	0,242	0,322	0,363		11:20:00	0,04	0,201	0,161	0,201	72,569	0,282	0,282		
3:40:00		0,121	0,121	0,121	0,161	0,242	0,282	0,322		11:30:00	0,04	0,161	0,121	0,161	48,957	0,322	0,242		
3:50:00		0,161	0,121	0,121	0,161	-0,121	0,322	0,322		11:40:00	0,04	0,121	0,081	99,565	96,422	0,242	0,201		
4:00:00		0,161	0,121	0,121	0,121	-0,363	0,282	0,322		11:50:00	0	0,081	0,081	143,203	87,558	78,492	0,242		
4:10:00		0,121	0,161	0,121	0,161	-0,443	0,322	0,282		12:00:00	0,04	0,081	0,121	47,748	67,733	103,756	21,799		
4:20:00		0,161	0,121	0,121	0,121	-0,242	0,242	0,322		12:10:00	60,803	0,04	0,121	25,707	61,73	50,81	24,579		
4:30:00		0,121	0,121	0,121	0,161	-0,282	0,282	0,282		12:20:00	146,104	0,121	29,495	36,506	115,24	28,85	57,862		
4:40:00		0,121	0,121	0,121	0,161	-0,121	0,282	0,322		12:30:00	118,423	0,121	14,707	80,426	134,057	80,95	36,788		
4:50:00		0,161	0,121	0,121	0,201	0,04	0,282	0,322		12:40:00	78,572	0,081	0,282	56,048	151,423	86,389	77,767		
5:00:00		0,161	0,121	0,121	0,201	0,161	0,282	0,322		12:50:00	89,774	0,121	0,081	38,319	126,159	86,631	21,597		
5:10:00		0,161	0,081	0,161	0,161	0,242	0,282	0,322		13:00:00	199,856	0,121	0,081	0,564	111,573	71,561	0,403		
5:20:00		0,121	0,121	0,161	0,161	0,242	0,282	0,322		13:10:00	84,899	24,74	0,04	85,463	178,218	66,122	0,201		
5:30:00		0,161	0,121	0,121	0,161	0,282	0,242	0,322		13:20:00	101,741	71,038	0,04	120,155	81,594	47,828	0,201		
5:40:00		0,081	0,121	0,121	0,121	0,282	0,282	0,282		13:30:00	248,128	147,716	0,04	55,968	34,451	51,576	0,242		
5:50:00		0,121	0,081	0,121	0,161	0,282	0,282	0,282		13:40:00	251,392	135,225	0,04	40,616	34,612	96,221	0,242		
6:00:00		0,121	0,081	0,121	0,161	0,242	0,282	0,322		13:50:00	171,449	33,605	47,063	34,572	7,898	156,863	0,242		
6:10:00		0,121	0,121	0,121	0,121	0,282	0,242	0,322		14:00:00	90,701	28,931	178,581	32,517	0,645	135,83	0,201		
6:20:00		0,121	0,081	0,121	0,161	0,201	0,282	0,322		14:10:00	77,928	0,604	135,548	32,074	0,604	64,51	0,201		
6:30:00		0,161	0,161	0,121	0,201	0,282	0,282	0,322		14:20:00	29,737	0,242	130,309	3,949	0,524	47,264	0,282		
6:40:00		0,161	0,121	0,121	0,161	0,201	0,282	0,282		14:30:00	49,279	0,081	123,701	0,604	0,201	14,264	0,282		
6:50:00		0,161	0,121	0,121	0,201	0,282	0,282	0,322		14:40:00	11,605	0,081	24,458	0,604	0,121	0,766	0,282		
7:00:00		0,161	0,161	0,121	110,968	0,322	0,282	0,282		14:50:00	0,403	0,081	0,403	0,604	0,161	0,806	0,282		
7:10:00		0,161	0,161	0,121	137,119	0,282	0,282	12,934		15:00:00	0,363	0,121	0,403	0,201	0,242	0,766	0,282		
7:20:00		0,161	0,161	0,121	85,181	0,322	0,363	121,284		15:10:00	-0,121	0,121	0,322	0,161	10,275	0,685	0,282		
7:30:00		0,161	0,121	0,121	83,246	0,322	0,322	102,95		15:20:00	23,612	0,081	0	0,161	57,338	0,403	0,282		
7:40:00		0,161	0,121	0,161	83,126	0,282	0,322	55,202		15:30:00	10,637	0,121	0	0,121	12,088	0,363	0,282		
		0,161	0,161	0,161	83,045	0,322	0,322	50,891		15:40:00	0,363	0,121	0	0,121	0,604	0,403	0,242		
		0,161	0,201	0,161	85,019	0,322	0,363	71,4		15:50:00	0	0,121	0,04	0,121	0,201	0,363	0,242		

Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 7

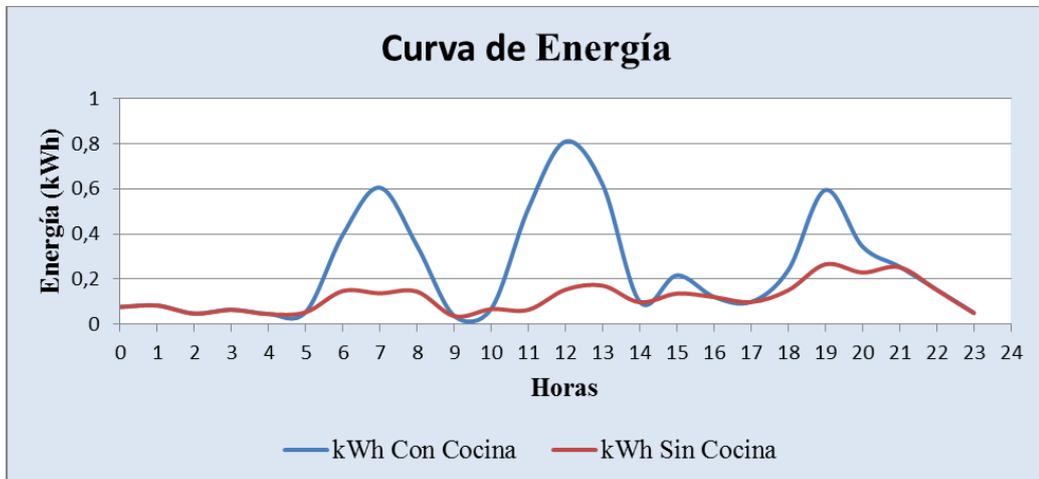
Curva de Potencia Casa VS Cocina de Inducción



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 8

Curva de Potencia Casa VS Cocina de Inducción



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 9

Conductores con bajo voltaje en el año 2025

Nro. equipo	Id equipo	V (pu)	Longitud pi	IEquil (Amps)	kVLL
12532_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,972	182,3	93,6	13,4
12534_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,972	201,3	93,6	13,4
12535_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,972	172,9	93,6	13,4
12536_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,972	198,6	93,4	13,4
12537_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,971	179,9	93,4	13,4
12538_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,971	211,9	93,4	13,4
12539_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,971	153,6	93,2	13,4
12540_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,971	161,5	93,2	13,4
12541_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,97	147,4	93,2	13,4
12655_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,97	137,7	93,2	13,4
12656_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,97	166	93,2	13,4
12657_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,97	160,7	92,8	13,4
12658_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,969	112,9	92,8	13,4
12659_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,969	150,7	92,8	13,4
12660_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,969	158,4	92,8	13,4
12668_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,969	140,9	92,8	13,4
104325_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,969	98,1	92,8	13,4
104323_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,969	64,8	0	13,4
104324_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,969	66	24,2	13,4
12677_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,968	147,6	24,2	13,4
12678_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,968	167,4	24,2	13,4
12679_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,968	153,3	24,2	13,4
12680_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,968	127,5	17,6	13,4
12692_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,968	90,4	17,6	13,4
12693_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,968	103,1	17,6	13,4
12697_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	167,6	17	13,3
12698_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	152,1	17	13,3
12699_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	210,4	17	13,3
12700_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	123	0	13,3
12689_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,967	45,9	0	13,3
12688_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	144,8	0	13,3
12687_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	135,8	0	13,3
12686_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,967	158	0	13,3
12703_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,967	306,1	17	13,3
104335_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,966	282,9	16,5	13,3
104336_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,966	62,7	14,7	13,3
12738_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,966	218	0,8	13,3
12744_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,939	131,8	0	13
12745_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,939	119,9	0	13
12748_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,966	142,3	0,5	13,3
104329_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,966	145,7	0,4	13,3
104330_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,966	60,1	0	13,3
104641_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	38,5	1,7	13,3
107208_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	549,2	1,7	13,3
137700_MTA-1	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	116,5	1,7	13,3
137701_MTA-1	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	118,3	1,4	13,3
107226_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	113,9	1,1	13,3
107219_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	115,9	0,9	13,3
107220_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	112	0,5	13,3
13125_MTS	3P_15KV,CU,2	0,966	323,1	0,5	13,3
21695_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,939	264	0,7	13
12695_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,968	114,8	0,4	13,4
12696_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,968	49,3	0,4	13,4
104326_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,969	53,5	68,6	13,4
12670_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,968	155	68,5	13,4
12671_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,968	154,1	68,5	13,4
12672_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,968	118	68,5	13,4
12673_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,968	109,6	68,5	13,4
21461_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,968	136,1	68,5	13,4

105286_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,968	120,4	0	13,4
10883_MTS	3P_15KV.CU.2	0,968	81,1	67,3	13,4
9343_MTS	3P_15KV.CU.2	0,968	40,9	67,3	13,4
9344_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	170,6	67,4	13,3
9345_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	157,8	67,4	13,3
9283_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	137,7	67,4	13,3
9347_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	59,7	67,4	13,3
9346_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	71,3	67,4	13,3
10884_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	84,3	36,4	13,3
29522_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	173,5	36,5	13,3
29525_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	136	36,5	13,3
29524_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	108	36,2	13,3
29523_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	160,5	35,6	13,3
29474_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	127	35,2	13,3
21642_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,966	268,4	0,4	13,3
21638_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,966	160,8	0,4	13,3
21827_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,966	129	0,2	13,3
21637_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,966	370,5	0,2	13,3
21643_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,966	577	0,2	13,3
30037_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,966	50,5	34,7	13,3
29480_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	133,8	82,8	12,8
29479_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	130,3	82,8	12,8
29478_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	130,3	20,9	12,8
29512_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	134,4	20,9	12,8
29513_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	120,4	20,9	12,8
29516_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,927	163,8	0,7	12,8
29520_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	100	0,7	12,8
29517_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	201,9	0,7	12,8
29521_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	196,7	0,7	12,8
29494_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	72,8	61,9	12,8
29490_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	134,8	61,9	12,8
29493_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	122,3	61,9	12,8
29492_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	147,6	61,9	12,8
29491_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	85,8	41,7	12,8
29495_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	108,8	1,2	12,8
29496_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	38	40,5	12,8
29500_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	124	40,5	12,8
29501_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	75	40,5	12,8
29505_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	91,6	20,2	12,8
29502_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	119,7	20,2	12,8
29504_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	122,1	20,2	12,8
29503_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,924	113,8	20,2	12,8
29506_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	23,5	0	12,8
29507_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	41,9	20,2	12,8
29509_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	137,2	20,2	12,8
29510_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	97,6	20,2	12,8
29497_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	26,4	0	12,8
29485_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	263,5	1,2	12,8
29486_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	222,6	1,2	12,8
80030_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	133,7	0,6	13,3
9349_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	58,6	7,2	13,3
9300_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	203,8	7,2	13,3
9368_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	51,3	7,2	13,3
9369_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	121,7	7,2	13,3
9370_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	102	7,2	13,3
9371_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	58,4	7,2	13,3
9285_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	80,8	7,2	13,3
9372_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	16,7	7,2	13,3
9391_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	93,9	0,1	13,3
9393_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	53	0,1	13,3
9286_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	122,9	0,1	13,3
9395_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	113,2	0,1	13,3
9396_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	16,4	0,1	13,3
9399_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	112,7	0,1	13,3
9398_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	120,6	0,1	13,3
9400_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	26,8	0	13,3

9402_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	148,9	0	13,3
8975_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	159,1	0	13,3
9376_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	65,1	0,8	13,3
9377_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	124,1	0,8	13,3
9379_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	94,4	0,8	13,3
9380_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	123,8	0,8	13,3
9382_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	16,1	0,8	13,3
9288_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	108,3	0,8	13,3
9384_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	121,4	0,8	13,3
9386_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	20,8	0,8	13,3
9388_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	113,4	0,8	13,3
9289_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	99	0,8	13,3
9389_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	22	0,8	13,3
9390_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	19,8	0,8	13,3
9392_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	94,1	0,2	13,3
9287_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	469,4	0,2	13,3
9348_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	58,5	23,4	13,3
9352_MTS	3P_15KV.CU.2	0,967	42,4	23,4	13,3
9354_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	107,2	23,4	13,3
9282_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	122,1	23,4	13,3
9355_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	31,4	23,4	13,3
9301_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	157,2	23,4	13,3
9284_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	133,8	22,5	13,3
9363_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	24	22,5	13,3
9364_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	106,5	22,5	13,3
9365_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	96,1	22,5	13,3
9366_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	28,3	22,5	13,3
9302_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	58,9	22,5	13,3
9296_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,966	33,6	21,7	13,3
9281_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,966	106,1	21,7	13,3
9295_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,966	47,7	21,7	13,3
9294_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,966	44,2	21,7	13,3
30299_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	115,4	21,7	13,3
30288_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	119,3	21,7	13,3
30297_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	101,5	21,5	13,3
30296_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	107	21,5	13,3
30295_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	115,5	21,4	13,3
30294_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	150,1	20,6	13,3
30293_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,966	84,5	20,6	13,3
30292_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,965	126	20,6	13,3
30291_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,965	132,7	20,6	13,3
30290_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,965	157,7	20,6	13,3
30289_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,965	102,1	20,6	13,3
30272_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,965	155	20,6	13,3
30273_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,965	123	20,6	13,3
30271_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,965	125,5	20,6	13,3
30282_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,965	103,8	20,6	13,3
30281_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,965	70,4	20,4	13,3
30280_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,965	130,2	20,4	13,3
30279_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,965	146,2	20,4	13,3
30224_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	164,4	0,5	12,9
30233_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	155,7	0,5	12,9
30239_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	163	0,5	12,9
30240_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	163,8	0,5	12,9
30241_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	170,1	0,5	12,9
30242_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	166,6	0,5	12,9
30243_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	149,7	0,5	12,9
30227_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	159,6	0,5	12,9
30236_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	164	2,2	12,9
30238_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	163,4	2,2	12,9
30237_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	160,1	2,2	12,9
30247_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	207,7	2,2	12,9
30248_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	210,1	2,2	12,9
30249_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	162,4	2,2	12,9
30250_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	133	2,2	12,9
30254_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	142,6	2,2	12,9

30251_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,934	160,5	1,7	12,9
30253_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	167	1,7	12,9
30252_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	165	1,7	12,9
30257_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	168,3	1,7	12,9
30256_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	180,3	0	12,9
30255_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	193,5	0	12,9
30258_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	188,6	1,7	12,9
30259_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	181,3	1,7	12,9
30226_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	176,7	0,5	12,9
30260_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	99,5	1,2	12,9
30261_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	95,4	1,2	12,9
30262_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	135,3	1,2	12,9
30263_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	158,2	1,2	12,9
30264_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	161,7	1,2	12,9
30265_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	164	1,2	12,9
30266_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	156,8	1,2	12,9
30225_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,933	157,5	1,2	12,9
30278_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,965	144,4	19	13,3
30277_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,964	132,5	19	13,3
30276_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,964	129,5	19	13,3
30274_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,964	308,8	18,8	13,3
30275_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,964	281,4	18,8	13,3
30207_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,964	357,8	18,8	13,3
30208_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,964	294,6	18,8	13,3
30209_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	451,4	18,8	13,3
30210_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	412,6	18,8	13,3
30211_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	372,2	18,8	13,3
30212_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	391,4	2,3	13,3
30206_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	495,6	2,3	13,3
30213_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	153,6	0,7	13,3
30214_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,963	190,5	16,4	13,3
30085_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,962	365,1	16,4	13,3
30086_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,962	333	16,4	13,3
30087_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,962	368,6	16,4	13,3
30088_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,962	284,5	15,4	13,3
30089_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,962	310,5	15,4	13,3
30090_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,961	242	15,4	13,3
30091_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,961	257,3	15,2	13,3
30092_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,961	269	15,2	13,3
30093_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,961	191,6	15,2	13,3
30094_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,961	406	15,2	13,3
30095_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,961	325	13,9	13,3
30084_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	344,1	13,8	13,3
30795_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,96	409,3	0,2	13,3
30794_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,96	364,4	0,2	13,3
30796_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,96	350	0,2	13,3
30799_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	362,9	13,6	13,3
30800_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	389,6	13,6	13,2
30801_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	307,6	13,6	13,2
30802_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	317,5	13,6	13,2
30772_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,96	324,2	6,7	13,2
30773_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,96	239,2	6,7	13,2
30774_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,96	220,6	6,7	13,2
30775_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	225,9	6,7	13,2
30776_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	202,8	6,7	13,2
30777_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	387,9	6,6	13,2
30778_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	236,4	6,6	13,2
30779_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	231,8	6,6	13,2
30780_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	238,7	6,6	13,2
30781_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	194	6,6	13,2
30769_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	189,2	6,6	13,2
30782_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	34,7	6,6	13,2
30771_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	159,3	0,2	13,2
30783_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	142,5	0,2	13,2
30792_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	359,1	6,6	13,2
30750_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,96	500,5	6,6	13,2

30751_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	438,2	6,6	13,2
30752_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	474,4	6,2	13,2
30753_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	411,3	6,2	13,2
30754_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	266,4	6,2	13,2
30755_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	297,8	6,2	13,2
30756_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	342,4	6,2	13,2
30757_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	359,6	6,2	13,2
30758_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	294,2	6,2	13,2
30759_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	260	5,7	13,2
30749_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	297,7	5,7	13,2
30721_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	335,1	5,7	13,2
30737_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	254,9	4,8	13,2
30736_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	320,1	4,8	13,2
30735_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	293	4,8	13,2
30713_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	746,3	4,8	13,2
30714_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	288,7	4,9	13,2
30715_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	324,6	4,9	13,2
30712_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	322,7	4,5	13,2
30716_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	318,2	4,5	13,2
30691_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	274,4	4,5	13,2
30690_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	1415,1	4,5	13,2
30692_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	289,1	4,5	13,2
30693_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	261	4,5	13,2
30694_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	253,9	3,6	13,2
30695_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	338,6	3,6	13,2
30696_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	315,1	3,6	13,2
30689_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	427,2	3,6	13,2
30697_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,958	394,3	2,7	13,2
30698_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,927	404,4	8,2	12,8
30699_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	330	8,2	12,8
30672_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,926	621,2	8,2	12,8
30673_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	250,7	8,2	12,8
30674_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	303,1	8,2	12,8
30675_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,926	343,4	7,7	12,8
30676_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,926	372	7,7	12,8
30677_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,926	408,7	7,3	12,8
30678_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,926	244,1	7,3	12,8
30671_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	417,1	3,1	12,8
30602_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	430,5	2,9	12,8
30593_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	432,6	2,9	12,8
30601_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	408,4	2,7	12,8
30600_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	434,1	2,7	12,8
30599_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	456	2,7	12,8
30598_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	470,7	0,7	12,8
30597_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	463,8	0,7	12,8
30596_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	392,4	0,7	12,8
30595_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	292,2	0,5	12,8
30594_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	399	0,5	12,8
30589_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	375,3	0,5	12,8
30590_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	359,6	0,5	12,8
30591_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	305,5	0,5	12,8
30588_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	312,9	0,5	12,8
30603_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	351,9	0,2	12,8
30605_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	312,6	0,2	12,8
30604_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	359,1	0,2	12,8
30607_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	648,2	1,9	12,8
30609_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	375,2	1,9	12,8
30608_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	339,6	1,5	12,8
30566_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	358,6	1,5	12,8
30583_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	238,2	1,5	12,8
30568_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	280,6	0,5	12,8
30582_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	286,6	1	12,8
30581_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	302,3	1	12,8
30580_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	278,9	1	12,8
30579_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	442,4	1	12,8
30574_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	360,9	0,5	12,8

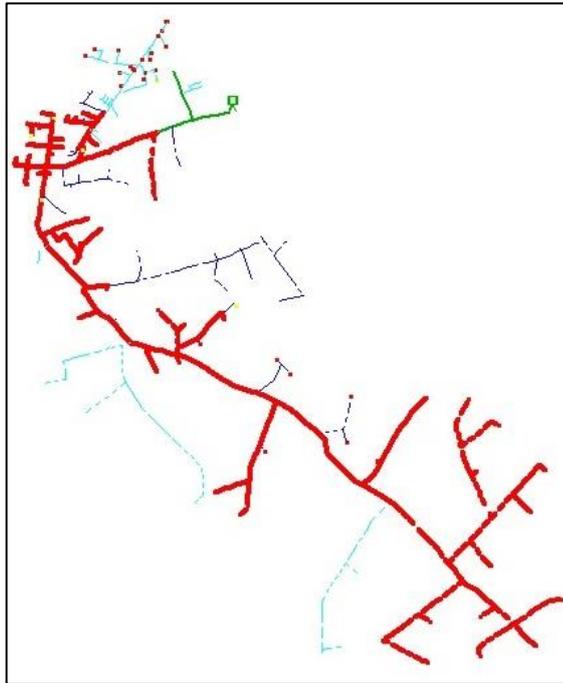
30573_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	353,3	0,5	12,8
30572_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	286,5	0,2	12,8
30571_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	468,5	0,2	12,8
30570_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	328,8	0,2	12,8
30569_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	380	0,2	12,8
30575_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	421,2	0,5	12,8
30576_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	399,7	0,5	12,8
30577_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	460,8	0,5	12,8
30567_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	376,1	0,5	12,8
30578_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	329,9	0,5	12,8
30612_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	444,6	0,2	12,8
30613_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	418,3	0,2	12,8
30614_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	202,9	0,2	12,8
30611_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	347,3	0,2	12,8
30679_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	302,5	4,1	12,8
30680_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	342,8	4,1	12,8
30681_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	339,9	4,1	12,8
30616_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	397,5	1,5	12,8
30635_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	396,3	1,5	12,8
30634_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	425,1	1,5	12,8
30633_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	321	1,5	12,8
30632_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	359,6	1,2	12,8
30631_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	393,1	1,2	12,8
30629_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	393,4	1	12,8
30628_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	403,2	1	12,8
30627_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	264,6	1	12,8
30626_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	206,2	1	12,8
30625_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	269,1	1	12,8
30624_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	383,4	1	12,8
30623_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	391,3	0,5	12,8
30622_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	349,1	0,5	12,8
30621_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	325,8	0,5	12,8
30618_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	381,4	0,5	12,8
30620_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	333,8	0,5	12,8
30619_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	329,3	0,5	12,8
30630_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	166,9	0,2	12,8
30617_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	387,9	0,2	12,8
30682_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	244,9	2,7	12,8
30683_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	213,7	2,2	12,8
30670_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	259,5	2,2	12,8
30656_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	332,8	2,2	12,8
30657_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	324,2	2,2	12,8
30658_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	337,2	2,2	12,8
30655_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	340,4	0,5	12,8
30654_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,925	390,7	0,5	12,8
30660_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	494	1,7	12,8
30659_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	564,7	1,7	12,8
30642_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	422,9	0,2	12,8
30643_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	306,4	0,2	12,8
30641_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	304,7	0,2	12,8
30644_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	290	0	12,8
30645_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	326,1	0,7	12,8
30646_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	324,7	0,7	12,8
30647_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	392,9	0,5	12,8
30648_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	398,5	0,5	12,8
30640_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	366,8	0,5	12,8
30649_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	328,7	0,5	12,8
30661_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	390,4	0,7	12,8
30662_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	359,9	0,7	12,8
30663_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	326,1	0,7	12,8
30664_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	323,7	0,7	12,8
30665_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	336	0,2	12,8
30666_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	331,3	0,2	12,8
30653_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,925	365,1	0,2	12,8
30519_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	280,1	0,9	13,2
30520_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	372,3	0,9	13,2

30521_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	416,3	0,9	13,2
30522_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	133,6	0,7	13,2
30523_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	1190,3	0,2	13,2
30524_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	519,7	0,2	13,2
30525_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	232,4	0,2	13,2
30526_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	431,5	0,2	13,2
30527_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	212	0,2	13,2
30518_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	827,4	0,2	13,2
30528_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	124,5	0,5	13,2
30529_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,958	53,9	0,3	13,2
30722_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	393,6	0,9	13,2
30734_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	313,2	0,6	13,2
30733_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,959	286,2	0,6	13,2
30732_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,959	330,1	0,6	13,2
30731_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	316,1	0,6	13,2
30730_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	342,8	0,6	13,2
30729_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	304,7	0,6	13,2
30728_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	334,8	0,6	13,2
30727_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	311,3	0,6	13,2
30726_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,959	587	0,6	13,2
106564_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,959	1549,8	0,2	13,2
30725_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	299,3	1	12,8
30724_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	258,8	1	12,8
30723_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	290,8	0,5	12,8
30718_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	401,6	0,5	12,8
30719_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,929	358,2	0,5	12,8
30793_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	479,7	0,7	12,9
30807_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	366,8	0,7	12,9
30806_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	240,3	0,7	12,9
30805_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	407,4	0,2	12,9
30804_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	278,3	0,2	12,9
30803_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	473,4	0,2	12,9
30808_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	365,9	0,5	12,9
30809_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,932	313,7	0,5	12,9
30120_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	56,7	1	13,3
30115_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	242,8	1	13,3
30119_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	246,2	1	13,3
30118_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	259,6	1	13,3
9356_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	133,8	0,8	13,3
9303_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	241	0,8	13,3
9361_MTS	3P_15KV.CU.2	0,966	75	0,8	13,3

Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 10

Alimentador incorporado la demanda de las cocinas de indicción en el año 2018

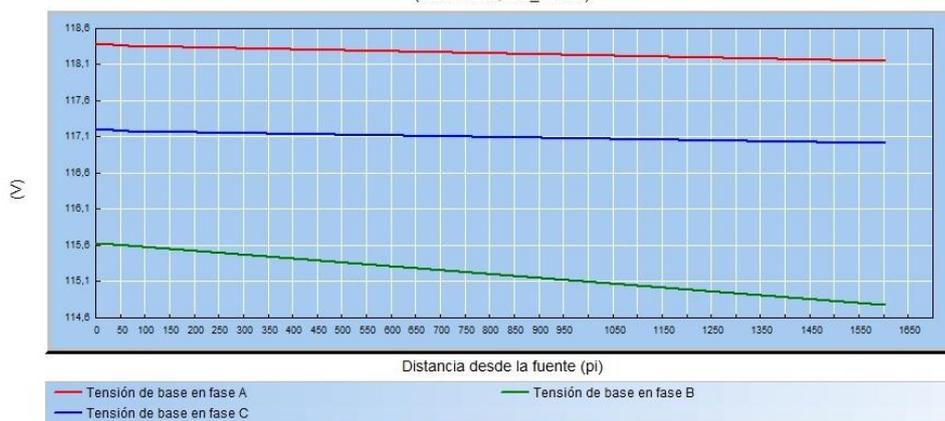


Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 11

Perfil de voltaje en el año 2018

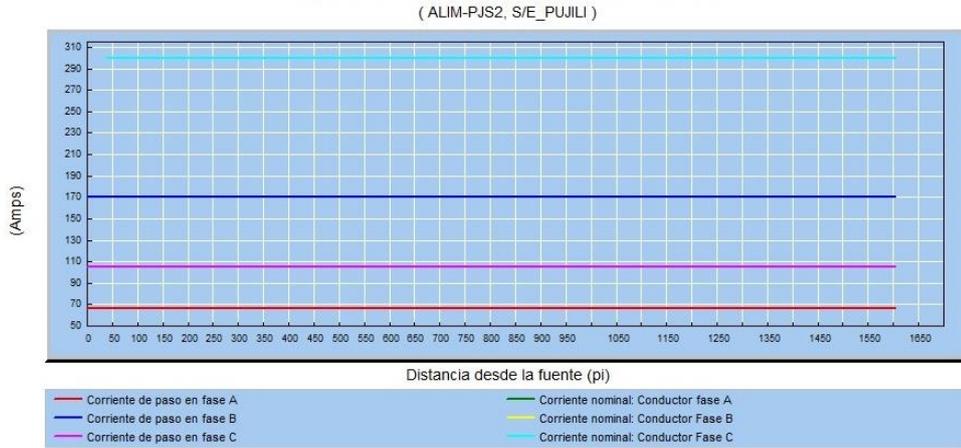
(ALIM-PJS2, S/E_PUJILI)



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 12

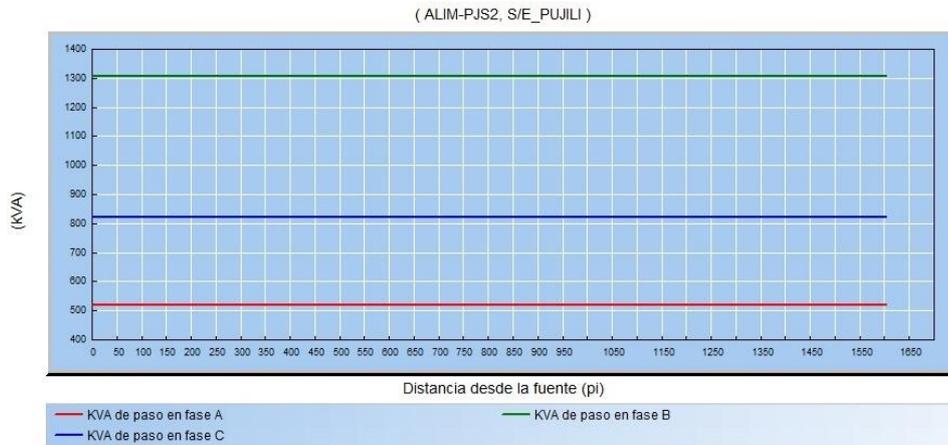
Capacidad nominal de corriente por los conductores del alimentador en el año 2018



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 13

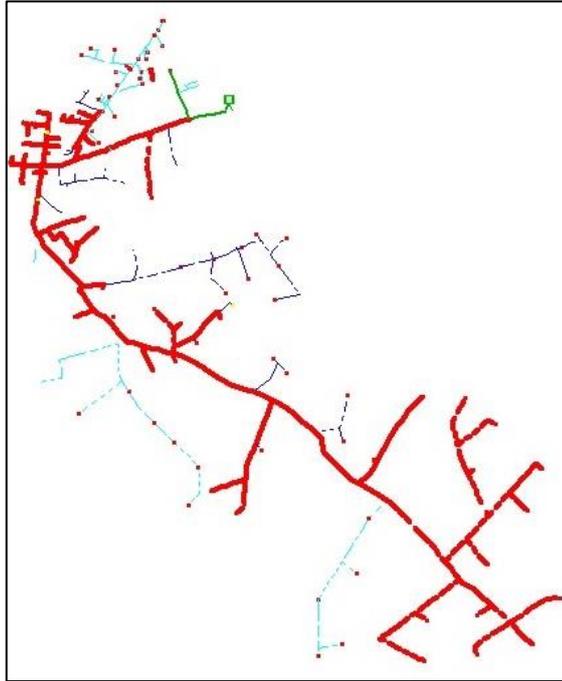
Perfil de kVA del alimentador en el año 2018



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 14

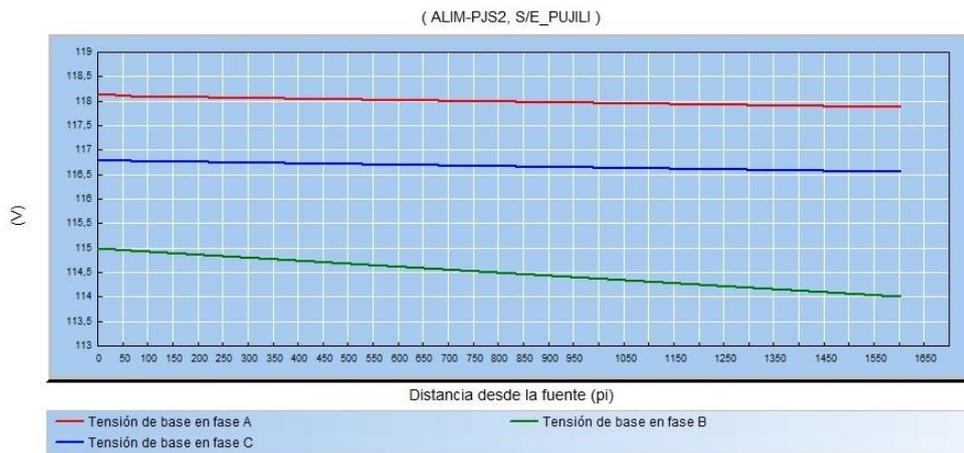
Alimentador incorporado la demanda de las cocinas de indicción en el año 2021



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 15

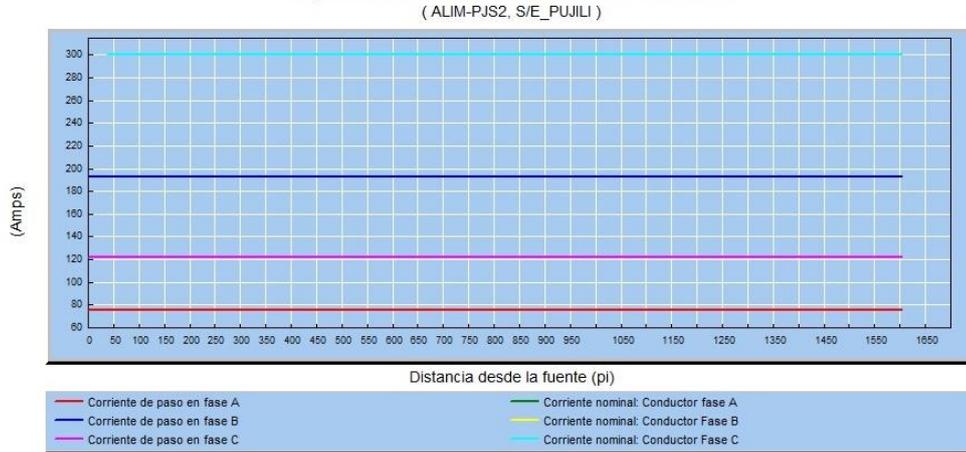
Perfil de voltaje del alimentador en el año 2021



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 16

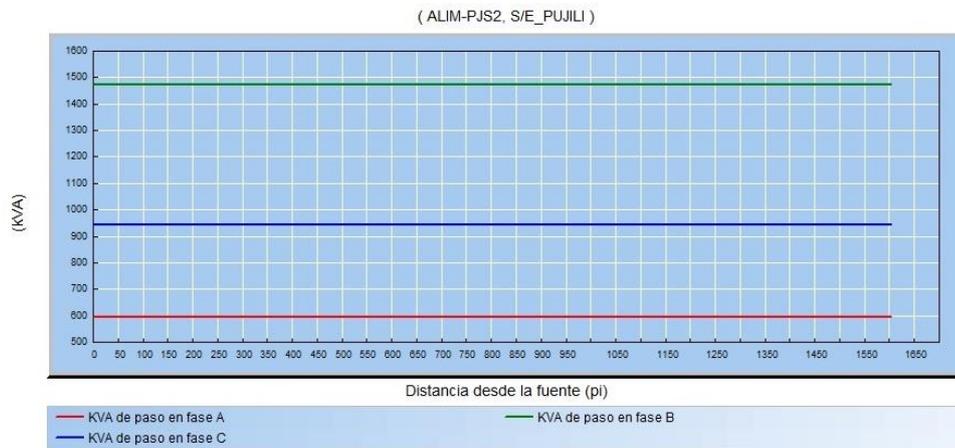
Capacidad nominal de corriente por los conductores del alimentador en el año 2021



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 17

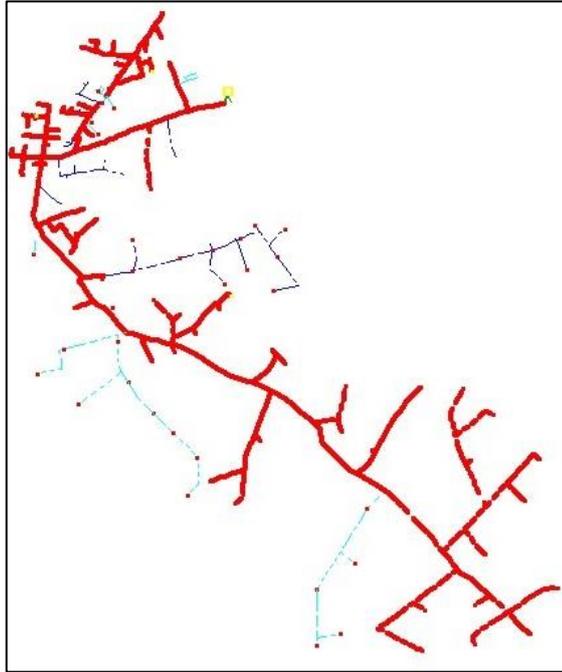
Perfil de kVA del alimentador en el año 2021



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 18

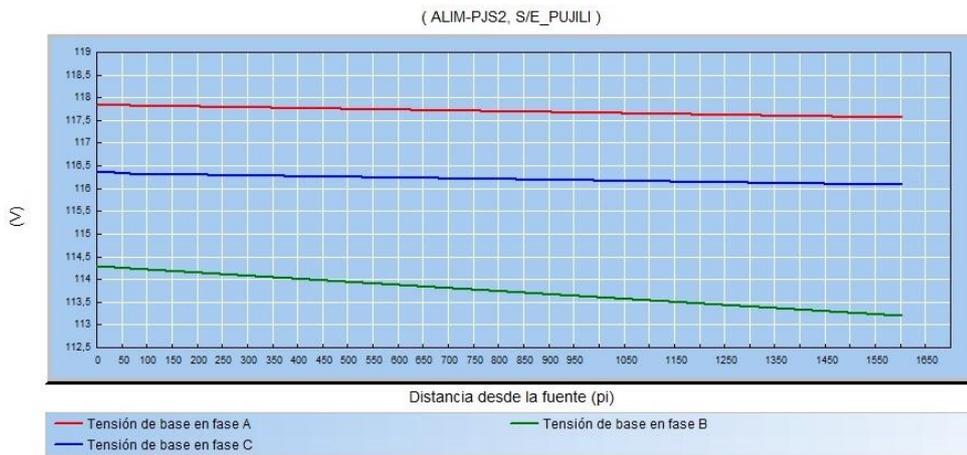
Alimentador incorporado la demanda de las cocinas de indicción en el año 2024



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 19

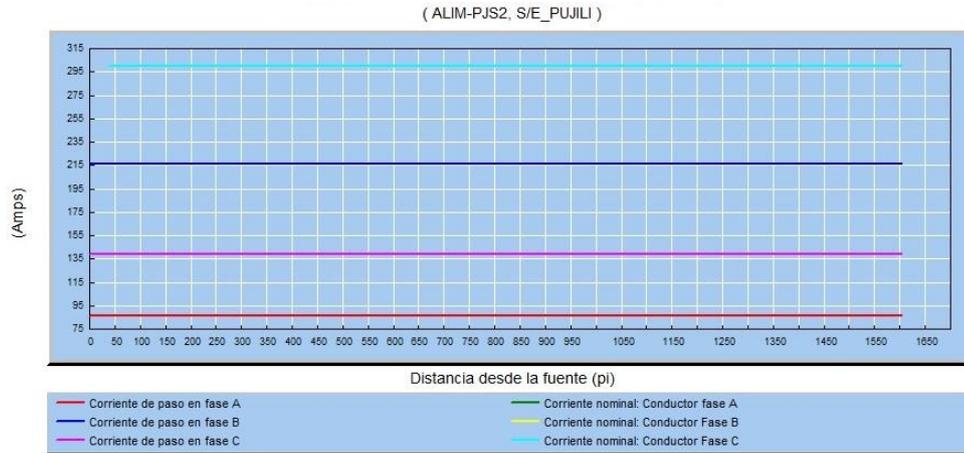
Perfil de voltaje del alimentador en el año 2024



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 20

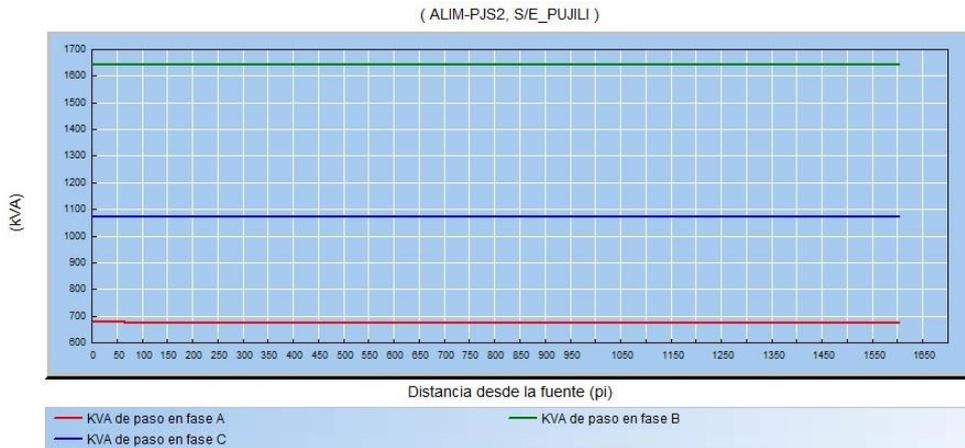
Capacidad nominal de corriente por los conductores del alimentador en el año 2024



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 21

Perfil de kVA del alimentador en el año 2024



Elaborado Por: Investigadores

ANEXO N° 22

Conductores con bajo voltaje en el año 2025

Nro. equipo	Id equipo	V (pu)	Longitud pi	IEquil (Amps)	kVLL
103684_MTA	ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.	0,962	1537,1	152,7	13,3
103374_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,961	251,6	149,3	13,3
12499_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,961	179,9	148,6	13,3
12500_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,961	137,3	148,6	13,3
12501_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,96	342,7	148,6	13,2
12502_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,959	293,9	147,8	13,2
12503_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,959	175,6	147,8	13,2
12504_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,958	165,6	147,8	13,2
12505_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,958	156,6	147,7	13,2
12528_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,958	178,3	147,4	13,2
12529_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,957	176,4	147,4	13,2
12530_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,957	203,1	147,4	13,2
12531_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,956	162	147,4	13,2
12532_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,956	182,3	147,1	13,2
12534_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,955	201,3	147,1	13,2
12535_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,955	172,9	147,1	13,2
12536_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,954	198,6	146,8	13,2
12537_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,954	179,9	146,8	13,2
12538_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,954	211,9	146,8	13,2
12539_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,953	153,6	146,3	13,2
12540_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,953	161,5	146,3	13,1
12541_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,952	147,4	146,3	13,1
12655_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,952	137,7	146,3	13,1
12656_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,952	166	146,3	13,1
12657_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,951	160,7	145,6	13,1
12658_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,951	112,9	145,6	13,1
12659_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,951	150,7	145,6	13,1
12660_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,95	158,4	145,6	13,1
12668_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,95	140,9	145,6	13,1
104325_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,95	98,1	145,6	13,1
104323_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,95	64,8	0	13,1
104324_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,95	66	39,1	13,1
12677_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,949	147,6	39,1	13,1
12678_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,949	167,4	39,1	13,1
12679_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,949	153,3	39,1	13,1
12680_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,948	127,5	30,9	13,1
12692_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,948	90,4	30,9	13,1
12693_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,948	103,1	30,9	13,1
12697_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,948	167,6	29,7	13,1
12698_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,947	152,1	29,7	13,1
12699_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,947	210,4	29,7	13,1
12700_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,947	123	0	13,1
12689_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,947	45,9	0	13,1
12688_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,947	144,8	0	13,1
12687_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,947	135,8	0	13,1
12686_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,947	158	0	13,1
12703_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.2,3CP,	0,947	306,1	29,7	13,1
104335_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,946	282,9	28,6	13,1
104336_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,946	62,7	25,2	13,1
12719_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,95	162,8	69,7	13,1
12720_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,949	163,5	69,7	13,1
12721_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,949	166,7	67,4	13,1
12722_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,948	165,4	67,4	13,1
12723_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,948	158,7	61,9	13,1
12724_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,947	159,7	61,9	13,1
12725_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,947	170,7	61,9	13,1
12726_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,946	162,1	61,9	13,1
12727_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,1CP,C,	0,946	171,2	61,9	13,1
21592_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,946	140,6	61,9	13

137704_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,944	550	60,6	13
137705_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,943	261,8	58,3	13
21548_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,943	49,4	2,3	13
21562_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	307,9	53,7	13
21563_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	258,2	11,5	13
21558_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	383,9	9,2	13
21559_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	133,3	6,9	13
137706_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	114,5	6,9	13
137708_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	577	4,6	13
137710_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	114,6	3,2	13
137711_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	114,3	1,8	13
21569_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	455,5	0,9	13
21555_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	83,5	0,5	13
21941_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	105,7	1,4	13
21940_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	503	1,4	13
21669_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	240	2,3	13
21668_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	422,9	2,3	13
21564_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	33,2	2,3	13
21565_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	42,7	36,8	13
21591_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	148,8	36,8	13
21579_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	295,5	36,8	13
21581_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	242,3	4,4	13
21580_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	172,9	0,9	13
21574_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	103,1	0,9	13
21575_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	63,5	0,9	13
21576_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	1046,3	0	13
21582_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	67,3	0	13
21583_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	68,9	3,5	13
21584_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	70,3	0	13
21585_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	62,1	32,5	13
21586_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	133,6	29,1	13
21673_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	252,6	29,1	13
21672_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	37,9	3,5	13
21674_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	91,5	0	13
21675_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,941	175,2	25,7	13
21678_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,94	267	25,7	13
30041_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	71,8	5,5	13
21665_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	101,6	5,5	13
21657_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	212,2	5,5	13
137712_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	539,2	4,6	13
137729_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	348,2	2,3	13
137731_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	462,5	2,3	13
137730_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	159,5	1,4	13
109459_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	428,8	1,4	13
21655_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.1/0,ICP,C,	0,942	747,6	0,9	13
21658_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	575,2	2,3	13
21659_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	75,4	0,9	13
21660_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,942	30,5	0	13
21670_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,944	123,6	2,3	13
21651_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.4,ICP,C,10	0,944	391,5	2,3	13
21551_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,945	126,1	1,4	13
136006_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	84,8	4,6	13,1
136007_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	26,6	2,3	13,1
21532_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	91,4	2,3	13,1
21533_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	49,2	2,3	13,1
21537_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	39,9	2,3	13,1
21534_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	86,6	2,3	13,1
137702_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	32,5	2,3	13,1
137703_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	84	0	13,1
21536_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	80	0	13,1
21543_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	105,9	0	13,1
21544_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	103,1	0	13,1
21545_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	90,7	0	13,1
21538_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	52,2	0	13,1
21539_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	76,8	0	13,1
21540_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,ICP,C,10	0,948	130	0	13,1

21541_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,948	127,4	0	13,1
136008_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,948	63,6	0	13,1
136009_MTA-1	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,948	346,5	2,3	13,1
143363_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,948	193,4	0,9	13,1
143365_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,ACSR.2,1CP,C,10	0,948	437,2	0,9	13,1
12738_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,946	218	1,5	13,1
12739_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,913	48	1,4	12,6
12740_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	91,9	1,4	12,6
12741_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	104,8	1,4	12,6
12742_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	106,9	1,4	12,6
12743_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	99,9	0	12,6
12744_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	131,8	0	12,6
12745_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	119,9	0	12,6
12748_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,946	142,3	1	13,1
104329_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,946	145,7	0,7	13,1
104330_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,946	60,1	0	13,1
104641_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	38,5	3,4	13,1
107208_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	549,2	3,4	13,1
137700_MTA-1	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	116,5	3,4	13,1
137701_MTA-1	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	118,3	2,7	13,1
107226_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	113,9	2,2	13,1
107219_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	115,9	1,8	13,1
107220_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	112	1	13,1
13125_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	323,1	1	13,1
21695_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,913	264	1,4	12,6
12695_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,948	114,8	0,7	13,1
12696_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,948	49,3	0,7	13,1
104326_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,95	53,5	106,5	13,1
12670_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,949	155	106,2	13,1
12671_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,949	154,1	106,2	13,1
12672_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,949	118	106,2	13,1
12673_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,949	109,6	106,2	13,1
21461_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,949	136,1	106,2	13,1
105286_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.	0,949	120,4	0	13,1
10883_MTS	3P_15KV.CU.2	0,948	81,1	104	13,1
9343_MTS	3P_15KV.CU.2	0,948	40,9	104	13,1
9344_MTS	3P_15KV.CU.2	0,948	170,6	104	13,1
9345_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	157,8	104	13,1
9283_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	137,7	104	13,1
9347_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	59,7	104	13,1
9346_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	71,3	104	13,1
10884_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	84,3	46,2	13,1
29522_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	173,5	46,2	13,1
29525_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	136	46,2	13,1
29524_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	108	45,8	13,1
29523_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,946	160,5	44,6	13
29474_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,945	127	43,9	13
21642_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,945	268,4	0,8	13
21638_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,945	160,8	0,8	13
21827_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,945	129	0,5	13
21637_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,945	370,5	0,5	13
21643_MTA	ACSR.4/0,ACSR.4/0,ACSR.4/0,ASC.1	0,945	577	0,3	13
30037_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,945	50,5	42,8	13
29475_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,901	137,7	128,5	12,4
29476_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,901	130	128,5	12,4
29488_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,9	63	128,5	12,4
29477_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,9	66,5	126,1	12,4
29481_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,899	126,7	126,1	12,4
29480_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,898	133,8	101,6	12,4
29479_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,898	130,3	101,6	12,4
29478_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,898	130,3	25,9	12,4
29512_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	134,4	25,9	12,4
29513_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	120,4	25,9	12,4
29516_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,897	163,8	1,5	12,4
29520_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	100	1,5	12,4
29517_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	201,9	1,5	12,4

29521_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	196,7	1,5	12,4
29494_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	72,8	75,7	12,4
29490_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,897	134,8	75,7	12,4
29493_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	122,3	75,7	12,4
29492_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	147,6	75,7	12,4
29491_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	85,8	51,2	12,4
29495_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	108,8	2,4	12,4
29496_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	38	48,8	12,4
29500_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	124	48,8	12,4
29501_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	75	48,8	12,4
29505_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	91,6	24,4	12,4
29502_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	119,7	24,4	12,3
29504_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	122,1	24,4	12,3
29503_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	113,8	24,4	12,3
29506_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	23,5	0	12,4
29507_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	41,9	24,4	12,4
29509_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	137,2	24,4	12,3
29510_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,895	97,6	24,4	12,3
29497_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,896	26,4	0	12,4
29485_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,9	263,5	2,4	12,4
29486_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,9	222,6	2,4	12,4
80030_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,946	133,7	1,2	13,1
9349_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	58,6	14,6	13,1
9300_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	203,8	14,6	13,1
9368_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	51,3	14,6	13,1
9369_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	121,7	14,6	13,1
9370_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	102	14,6	13,1
9371_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	58,4	14,6	13,1
9285_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	80,8	14,6	13,1
9372_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	16,7	14,6	13,1
9391_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	93,9	0,1	13,1
9393_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	53	0,1	13,1
9286_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	122,9	0,1	13,1
9395_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	113,2	0,1	13,1
9396_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	16,4	0,1	13,1
9399_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	112,7	0,1	13,1
9398_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	120,6	0,1	13,1
9400_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	26,8	0	13,1
9402_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	148,9	0	13,1
8975_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	159,1	0	13,1
9376_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	65,1	1,5	13,1
9377_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	124,1	1,5	13,1
9379_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	94,4	1,5	13,1
9380_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	123,8	1,5	13,1
9382_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	16,1	1,5	13,1
9288_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	108,3	1,5	13,1
9384_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	121,4	1,5	13,1
9386_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	20,8	1,5	13,1
9388_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	113,4	1,5	13,1
9289_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	99	1,5	13,1
9389_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	22	1,5	13,1
9390_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	19,8	1,5	13,1
9392_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	94,1	0,4	13,1
9287_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	469,4	0,4	13,1
9348_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	58,5	42,4	13,1
9352_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	42,4	42,4	13,1
9354_MTS	3P_15KV.CU.2	0,947	107,2	42,4	13,1
9282_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	122,1	42,4	13,1
9355_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	31,4	42,4	13,1
9301_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	157,2	42,4	13,1
9284_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	133,8	40,6	13,1
9363_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	24	40,6	13,1
9364_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	106,5	40,6	13,1
9365_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	96,1	40,6	13,1
9366_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	28,3	40,6	13,1
9302_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	58,9	40,6	13,1

9296_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,946	33,6	39,1	13,1
9281_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,946	106,1	39,1	13
9295_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,946	47,7	39,1	13
9294_MTS	3P_15KV.CU.1/0	0,946	44,2	39,1	13
30299_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	115,4	39,1	13
30288_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	119,3	39,1	13
30297_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	101,5	38,7	13
30296_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	107	38,7	13
30295_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	115,5	38,4	13
30294_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	150,1	36,8	13
30293_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	84,5	36,8	13
30292_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	126	36,8	13
30291_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,945	132,7	36,8	13
30290_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,944	157,7	36,8	13
30289_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,944	102,1	36,8	13
30272_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,944	155	36,8	13
30273_MTA	ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.1/0,ACSR.	0,944	123	36,8	13
30271_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,944	125,5	36,8	13
30282_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,944	103,8	36,8	13
30281_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,944	70,4	36,5	13
30280_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,943	130,2	36,5	13
30279_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,943	146,2	36,5	13
30228_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,905	42,3	6,2	12,5
30229_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,905	216,1	6,2	12,5
30230_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	207,7	6,2	12,5
30231_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	159,6	1,9	12,5
30232_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	172,9	1	12,5
30224_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	164,4	1	12,5
30233_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	155,7	1	12,5
30239_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	163	1	12,5
30240_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	163,8	1	12,5
30241_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	170,1	1	12,5
30242_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	166,6	1	12,5
30243_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	149,7	1	12,5
30227_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	159,6	1	12,5
30236_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	164	4,3	12,5
30238_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	163,4	4,3	12,5
30237_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	160,1	4,3	12,5
30247_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	207,7	4,3	12,5
30248_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	210,1	4,3	12,5
30249_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	162,4	4,3	12,5
30250_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	133	4,3	12,5
30254_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	142,6	4,3	12,5
30251_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	160,5	3,4	12,5
30253_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	167	3,4	12,5
30252_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	165	3,4	12,5
30257_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	168,3	3,4	12,5
30256_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	180,3	0	12,5
30255_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	193,5	0	12,5
30258_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	188,6	3,4	12,5
30259_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	181,3	3,4	12,5
30226_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	176,7	1	12,5
30260_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	99,5	2,4	12,5
30261_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	95,4	2,4	12,5
30262_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	135,3	2,4	12,5
30263_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	158,2	2,4	12,5
30264_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	161,7	2,4	12,5
30265_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	164	2,4	12,5
30266_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	156,8	2,4	12,5
30225_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,904	157,5	2,4	12,5
30278_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,943	144,4	33,6	13
30277_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,943	132,5	33,6	13
30276_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,943	129,5	33,6	13
30274_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,942	308,8	33,3	13
30275_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,942	281,4	33,3	13
30207_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,942	357,8	33,3	13

30208_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,941	294,6	33,3	13
30209_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,941	451,4	33,3	13
30210_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,94	412,6	33,2	13
30211_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,94	372,2	33,2	13
30212_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,94	391,4	4,6	13
30206_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,939	495,6	4,6	13
30213_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,939	153,6	1,3	13
30214_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,939	190,5	28,6	13
30085_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,939	365,1	28,6	13
30086_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,939	333	28,6	13
30087_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,938	368,6	28,6	12,9
30088_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,938	284,5	26,6	12,9
30089_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,938	310,5	26,6	12,9
30090_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,937	242	26,6	12,9
30091_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,937	257,3	26,3	12,9
30092_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,937	269	26,3	12,9
30093_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,937	191,6	26,3	12,9
30094_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,936	406	26,3	12,9
30095_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,936	325	23,7	12,9
30084_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,936	344,1	23,4	12,9
30795_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,936	409,3	0,3	12,9
30794_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,936	364,4	0,3	12,9
30796_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,936	350	0,3	12,9
30799_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,935	362,9	23,1	12,9
30800_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,935	389,6	23,1	12,9
30801_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,935	307,6	23,1	12,9
30802_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,935	317,5	23,1	12,9
30772_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	324,2	9,2	12,9
30773_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	239,2	9,2	12,9
30774_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	220,6	9,2	12,9
30775_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	225,9	9,2	12,9
30776_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	202,8	9,2	12,9
110414_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,ICP,A,10	0,947	300,6	0,5	13,1
30777_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	387,9	9	12,9
30778_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	236,4	9	12,9
30779_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	231,8	9	12,9
30780_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	238,7	9	12,9
30781_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	194	9	12,9
30769_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	189,2	9	12,9
30782_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	34,7	9	12,9
30771_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	159,3	0,5	12,9
30783_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,934	142,5	0,5	12,9
30784_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,ICP,A,10	0,945	69,8	25,8	13
30785_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,ICP,A,10	0,945	194	25,8	13
30786_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,ICP,A,10	0,945	227,4	25,8	13
30770_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,ICP,A,10	0,944	180,6	25,8	13
30787_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,ICP,A,10	0,944	146,6	25,8	13
30792_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,934	359,1	13,2	12,9
30750_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,934	500,5	13,2	12,9
30751_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,934	438,2	13,2	12,9
30752_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,934	474,4	12,5	12,9
30753_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,934	411,3	12,5	12,9
30754_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	266,4	12,5	12,9
30755_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	297,8	12,3	12,9
30756_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	342,4	12,3	12,9
30757_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	359,6	12,3	12,9
30758_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	294,2	12,3	12,9
30759_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	260	11,4	12,9
30749_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,933	297,7	11,4	12,9
30721_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	335,1	11,4	12,9
30737_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	254,9	9,7	12,9
30736_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	320,1	9,7	12,9
30735_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	293	9,7	12,9
30713_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	746,3	9,7	12,9
30714_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,932	288,7	9,7	12,9
30715_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,932	324,6	9,7	12,9

30703_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	314,3	1,8	13,1
30704_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	349,9	1,8	13,1
30705_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	372,4	1,8	13,1
30702_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	301	0,9	13,1
30709_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	269,2	0,9	13,1
30706_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	388,5	0,9	13,1
30707_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	416,8	0,9	13,1
30708_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	182,7	0,9	13,1
30701_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,ACSR.2,1CP,A,10	0,947	419,2	0,9	13,1
30712_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,932	322,7	9	12,9
30716_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,931	318,2	9	12,9
30691_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	274,4	9	12,9
30690_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	1415,1	9	12,8
30692_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	289,1	9	12,8
30693_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,931	261	9	12,8
30694_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,931	253,9	7,2	12,8
30695_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,931	338,6	7,2	12,8
30696_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,93	315,1	7,2	12,8
30689_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,93	427,2	7,2	12,8
30697_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,93	394,3	5,6	12,8
30698_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,888	404,4	16,7	12,3
30699_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,888	330	16,7	12,3
30672_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,888	621,2	16,7	12,3
30609_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	375,2	3,9	12,2
30608_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	339,6	2,9	12,2
30566_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	358,6	2,9	12,2
30583_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	238,2	2,9	12,2
30568_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	280,6	1	12,2
30582_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	286,6	2	12,2
30581_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	302,3	2	12,2
30580_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	278,9	2	12,2
30579_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	442,4	2	12,2
30574_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	360,9	1	12,2
30573_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	353,3	1	12,2
30572_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	286,5	0,5	12,2
30571_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	468,5	0,5	12,2
30570_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	328,8	0,5	12,2
30569_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	380	0,5	12,2
30575_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	421,2	1	12,2
30576_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	399,7	1	12,2
30577_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	460,8	1	12,2
30567_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	376,1	1	12,2
30578_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	329,9	1	12,2
30612_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	444,6	0,5	12,2
30613_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	418,3	0,5	12,2
30614_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	202,9	0,5	12,2
30611_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	347,3	0,5	12,2
30679_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	302,5	8,3	12,2
30680_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	342,8	8,3	12,2
30681_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	339,9	8,3	12,2
30616_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	397,5	2,9	12,2
30635_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	396,3	2,9	12,2
30634_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	425,1	2,9	12,2
30633_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	321	2,9	12,2
30632_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	359,6	2,5	12,2
30631_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	393,1	2,5	12,2
30629_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	393,4	2	12,2
30628_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	403,2	2	12,2
30627_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	264,6	2	12,2
30626_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	206,2	2	12,2
30625_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	269,1	2	12,2
30624_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	383,4	2	12,2
30623_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	391,3	1	12,2
30622_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	349,1	1	12,2
30621_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	325,8	1	12,2
30618_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,885	381,4	1	12,2

30620_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,885	333,8	1	12,2
30619_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,885	329,3	1	12,2
30630_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	166,9	0,5	12,2
30617_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	387,9	0,5	12,2
30682_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	244,9	5,4	12,2
30683_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	213,7	4,4	12,2
30670_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	259,5	4,4	12,2
30656_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,886	332,8	4,4	12,2
30657_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,886	324,2	4,4	12,2
30658_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,886	337,2	4,4	12,2
30655_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,886	340,4	1	12,2
30654_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,886	390,7	1	12,2
30660_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	494	3,4	12,2
30659_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	564,7	3,4	12,2
30642_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	422,9	0,5	12,2
30643_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	306,4	0,5	12,2
30641_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	304,7	0,5	12,2
30644_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	290	0	12,2
30645_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	326,1	1,5	12,2
30646_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	324,7	1,5	12,2
30647_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	392,9	1	12,2
30648_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	398,5	1	12,2
30640_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	366,8	1	12,2
30649_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	328,7	1	12,2
30661_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	390,4	1,5	12,2
30662_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	359,9	1,5	12,2
30663_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	326,1	1,5	12,2
30664_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	323,7	1,5	12,2
30665_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	336	0,5	12,2
30666_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	331,3	0,5	12,2
30653_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,885	365,1	0,5	12,2
30519_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	280,1	1,8	12,8
30520_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	372,3	1,8	12,8
30521_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	416,3	1,8	12,8
30522_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	133,6	1,3	12,8
30523_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	1190,3	0,3	12,8
30524_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	519,7	0,3	12,8
30525_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	232,4	0,3	12,8
30526_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	431,5	0,3	12,8
30527_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	212	0,3	12,8
30518_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	827,4	0,3	12,8
30528_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	124,5	1	12,8
30529_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,931	53,9	0,5	12,8
30722_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	393,6	1,7	12,9
30734_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	313,2	1,3	12,9
30733_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,932	286,2	1,3	12,9
30732_MTA	ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,ACSR.4,3CP,	0,932	330,1	1,3	12,9
30731_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	316,1	1,3	12,9
30730_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	342,8	1,3	12,9
30729_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	304,7	1,1	12,9
30728_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	334,8	1,1	12,9
30727_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	311,3	1,1	12,9
30726_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.4,3CP,	0,932	587	1,1	12,9
106564_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,932	1549,8	0,5	12,9
30725_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,894	299,3	1,9	12,3
30724_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,894	258,8	1,9	12,3
30723_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,894	290,8	1	12,3
30718_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,894	401,6	1	12,3
30719_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,894	358,2	1	12,3
30739_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	334,5	0,5	13,1
30766_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	282,1	1,8	13,1
30767_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	265,6	1,8	13,1
30765_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	294	1,8	13,1
30744_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	302,9	1,8	13,1
30745_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	274,2	1,8	13,1
30826_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	228,4	1,8	13,1

30742_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	229,9	0,9	13,1
30746_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	331,1	0,9	13,1
30743_MTA	ACSR.4,NONE,NONE,ACSR.4,1CP,A,10	0,947	266	0,9	13,1
30793_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	479,7	1,4	12,4
30807_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	366,8	1,5	12,4
30806_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	240,3	1,5	12,4
30805_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	407,4	0,5	12,4
30804_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	278,3	0,5	12,4
30803_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	473,4	0,5	12,4
30808_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	365,9	1	12,4
30809_MTA	NONE,ACSR.4,NONE,ACSR.4,1CP,B,10	0,899	313,7	1	12,4
30120_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,938	56,7	2	12,9
30115_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,938	242,8	2	12,9
30119_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,938	246,2	2	12,9
30118_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,938	259,6	2	12,9
9356_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	133,8	1,5	13,1
9303_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	241	1,5	13,1
9361_MTS	3P_15KV.CU.2	0,946	75	1,5	13,1
12599_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	116,4	0,9	12,9
12600_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	584,3	0,9	12,9
12601_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	409,8	0,9	12,9
12602_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	339,9	0,9	12,9
12603_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	306,6	0,9	12,9
12604_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	352,7	0,9	12,9
12605_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	330	0,9	12,9
12606_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.2,1CP,B,10	0,932	353,5	0,9	12,9
103375_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	30,9	3,4	13,3
103368_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	438,5	3,4	13,3
12610_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	402,9	3,4	13,3
12617_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	351,1	3,4	13,3
12618_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	42,1	0,4	13,3
12611_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	391,9	0,4	13,3
12613_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	140,3	0,5	13,3
12614_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	136,9	0,5	13,3
12615_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	136,4	0,5	13,3
12616_MTA	ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,ACSR.2,3CP,	0,962	130,1	0,5	13,3

Elaborado Por: Investigadores