

Universidad de Cuenca



Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Eléctrica

“Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la provincia de Orellana”

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico

Autores:

Janela Patricia Macas León

C.I. 1104601248

Moisés Agustín Silva Zapata

C.I. 1102649884

Director:

Ing. Patricio Alcides Astudillo Salinas. Mgs

C.I. 1400588628

Cuenca – Ecuador

2018



RESUMEN

El presente trabajo considera la penalización por el bajo factor de potencia de los abonados industriales en la provincia de Orellana.

La corrección del factor de potencia lleva a un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, por lo cual este proyecto fue dedicado al análisis de los abonados que tienen que corregir el factor de potencia, hasta llegar a un valor nominal mínimo de 0,92

Inicialmente se presenta una breve introducción de los conceptos básicos de potencia, algunas técnicas que se utilizan para la corrección del factor de potencia, así como los beneficios o recargos económicos que se tienen debido a un alto o bajo factor de potencia, respectivamente.

A continuación, se muestra cómo ha ido aumentando la cobertura del servicio eléctrico, un resumen de la provincia de Orellana y la concesión de la CNEL. También las características de las líneas de subtransmisión y los transformadores de cada subestación con sus alimentadores.

Finalmente se presenta una tabla resumen con todos los abonados que tiene un factor de potencia menor a 0,92, a más de la potencia reactiva a ser compensada y un ejemplo del análisis económico del valor de la penalización por tener un bajo factor de potencia.

PALABRAS CLAVE

POTENCIA ACTIVA, LÍNEAS DE TRANSMISIÓN, FACTOR DE POTENCIA, SUBESTACIONES, ALIMENTADORES, ABONADOS, POTENCIA



APARENTE, POTENCIA REACTIVA, BANCO DE CAPACITORES,
CORRECCIONES, PENALIZACIONES, CORRIENTE.



ABSTRACT

The present work considers the penalty for the low power factor of the industrial subscribers of the province of Orellana.

The correction of the power factor leads to a better use of electrical energy, so this project was dedicated to the analysis of subscribers who have to correct the power factor, until reaching a nominal value of 0.92.

Initially there is a brief introduction of the basic concepts of power, of some techniques that are used for the correction of the power factor, as well as the benefits or economic charges that are due to a high or low power factor, respectively.

Then, in another chapter it is observed how the coverage of the electric service has been increasing, a summary of the province of Orellana and the concession of the CNEL. Also, the characteristics of the subtransmission lines, the transformers of each substation with their feeders.

Finally, we present a summary table with all the subscribers that have a power factor less than 0.92, the reactive power supply for the correction and an economic analysis of the value of their penalty for having a lower power factor.

KEYWORDS

ACTIVE POWER, TRANSMISSION LINES, POWER FACTOR, SUBSTATIONS, FEEDERS, SUBSCRIBERS, APPARENT POWER, REACTIVE POWER, CAPACITOR BANK, CORRECTIONS, PENALTIES, CURRENT.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
ABSTRACT	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
AGRADECIMIENTO	20
DEDICATORIA	22
GLOSARIO	24
CAPÍTULO 1	25
INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	25
1.1. INTRODUCCIÓN	25
1.2. ANTECEDENTES	25
1.3. JUSTIFICACIÓN	27
1.4. ALCANCE	27
1.5. OBJETIVOS	28
1.5.1. Objetivo general	28
1.5.2. Objetivos específicos	28
CAPÍTULO 2	29
MARCO TEÓRICO	29
2.1. POTENCIA ELÉCTRICA	29
2.1.1. Potencia aparente	30
2.1.2. Potencia reactiva	30
2.1.3. Potencia activa	31
2.2. TRIÁNGULO DE POTENCIAS	31
2.3. TIPOS DE CARGAS	33
2.3.1. Cargas resistivas	33
2.3.2. Cargas inductivas	34
2.3.3. Cargas capacitivas	36
2.3.4. Carga Compuesta	38
2.4. BAJO FACTOR DE POTENCIA	39



2.4.1.	Iluminación por descarga o de arco.....	39
2.4.2.	Motores de inducción	40
2.4.3.	Transformadores sobredimensionados.....	40
2.4.4.	Hornos eléctricos de arco voltaico	41
2.4.5.	Soldadores eléctricos de corriente alterna.....	41
2.5.	CONSECUENCIAS DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA.....	43
2.5.1.	Aumento de la intensidad de corriente e incremento de pérdidas por efecto Joule	44
2.5.2.	Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de voltaje.....	45
2.5.3.	Sobrecarga de los generadores y transformadores	45
2.5.4.	Aumentos en la factura por el consumo de energía eléctrica.....	46
2.6.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	47
2.6.1.	¿Por qué resulta dañino y caro mantener un bajo factor de Potencia?.....	47
2.6.2.	Corrección del Factor de Potencia por medio del uso de capacitores	49
2.6.3.	Compensación individual en motores	50
2.6.4.	Compensación por grupo	51
2.6.5.	Compensación centralizada	52
2.7.	Tipos de bancos de capacitores	53
2.7.1.	Bancos de capacitores fijos	54
2.7.2.	Bancos de capacitores Automáticos.....	55
2.8.	Importancia de la corrección del factor de Potencia.....	56
2.9.	MARCO NORMATIVO PARA LA REGULACIÓN DE TARIFAS ELÉCTRICAS EN EL ECUADOR.....	57
2.10.	PENALIZACIÓN POR BAJO FACTOR DE POTENCIA.....	60
2.11.	ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE PENALIZACION POR BAJO FACTOR DE POTENCIA	63
CAPÍTULO 3.....		64
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CNEL – EP U.N. SUCUMBOS.....		64
3.1.	INFORMACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS TARIFAS DE GRANDES CLIENTES.....	64
3.2.	PROVINCIA DE ORELLANA.....	67



3.2.1.	Descripción.....	67
3.3.	CNEL Sucumbíos.....	68
3.4.	Datos técnicos de los abonados de Tarifa Industrial en Bajo y Medio Voltaje.	70
3.5.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA CADA ABONADO DE TARIFA INDUSTRIAL EN BAJO Y MEDIO VOLTAJE CON REGISTRO DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA, INFERIOR A 0,92	72
3.6.	ANÁLISIS DE LA RED ELÉCTRICA	73
3.6.1.	Red Pública	74
3.7.	Análisis de parámetros eléctricos.....	76
3.7.1.	Descripción de actividades	77
3.8.	Factor de potencia de motores eléctricos	78
3.8.1.	Motores monofásicos y trifásicos.....	78
CAPÍTULO 4.....		81
ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA.....		81
4.1.	ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	81
4.2.	MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	81
4.3.	SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN	82
4.3.1.	Líneas de subtransmisión	82
4.3.2.	Transformadores de potencia de la CNEL Sucumbíos	84
4.3.3.	Alimentadores.....	86
4.4.	HISTÓRICOS	94
4.4.1.	Corrección de factor de potencia al menor costo	94
4.5.	ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN PAYAMINO	100
4.5.1.	Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril - 2018 en la subestación Payamino	100
4.5.2.	Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo – 2018 en la subestación Payamino	101
4.5.3.	Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio – 2018 en la subestación Payamino	102



4.5.4.	Factor de potencia de los abonados industriales de los meses de abril, mayo, junio - 2018 de la subestación Payamino.....	103
4.6.	ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN SACHA Y LORETO.....	104
4.6.1.	Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril - 2018 subestación Sacha y Loreto	104
4.6.2.	Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo-2018 subestación Sacha y Loreto	105
4.6.3.	Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio - 2018 subestación Sacha y Loreto	106
4.6.4.	Factor de potencia de los abonados industriales de los meses de abril, mayo, junio – 2018 de la subestación Sacha y Loreto...	107
4.7.	Factores de Potencia menores que 0,92 de las subestaciones Payamino, Sacha y Loreto	108
4.7.1.	Factores de Potencia de la Subestación Payamino.....	108
4.7.2.	Factores de Potencia de la Subestación Sacha y Loreto	113
4.8.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN PAYAMINO	116
4.8.1.	Corrección del factor de Potencia de la Subestación Payamino.....	120
4.8.2.	Corrección del factor de Potencia de la Subestación Sacha y Loreto	122
4.8.3.	Compensación del Factor de Potencia.....	123
4.8.4.	Análisis Económico.....	124
4.8.5.	VAN y TIR.....	129
CAPÍTULO 5.....		133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		133
CONCLUSIONES		133
RECOMENDACIONES		135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		136
ANEXO 4.1		137
NÚMERO DE ABONADOS DE ALIMENTADOR PAYAMINO		137
ANEXO 4.2.....		145
ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN PAYAMINO		145



ANEXO 4.3.....	167
ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN SACHA Y LORETO	167
ANEXO 4.4.....	174
PLANILLA DE ABONADO INDUSTRIAL.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Triángulo de potencias. (Imergia, 2018).....	31
Figura 2.2 Carga Resistiva (fuente Autores).....	33
Figura 2.3 Carga Inductiva (fuente Autores).....	35
Figura 2.4 Carga Capacitiva (fuente Autores).....	37
Figura 2.5 Compensación Individual(fuente Autores)	50
Figura 2.6 Compensación por Grupo(fuente Autores)	51
Figura 2.7 Compensación Centralizada(fuente Autores)	52
Figura 2.8 Normativa Ecuatoriana que regula el pliego eléctrico tarifario y la penalización por bajo factor de potencia. (Fuente autores).....	58
Figura 2.9 Calificación general de la tarifa eléctrica. (ARCONEL, 2018).....	59
Figura 2.10 Calificación de la tarifa eléctrica, según el nivel de voltaje. (ARCONEL, 2018)	60
Figura 2.11 Algoritmo para el cálculo de penalización por bajo factor de potencia. (ARCONEL, 2018)	63

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Indicadores de cobertura eléctrica (MEER, 2016).....	66
Figura 3.2 Provincia de Orellana (EDUPEDIA, 2018)	67
Figura 3.3 Abonados CNEL Sucumbíos(fuente Autores)	70
Figura 3.4 Consolidado de abonados residencial, comercial e industrial CNEL Sucumbíos(fuente Autores)	71
Figura 3.5 Consumo de Potencia Activa, abonado Sinopec Service (fuente Autores)	74
Figura 3.6 Consumo de Potencia Reactiva, abonado Sinopec Service (fuente Autores)	75



Figura 3.7 Factor de Potencia del abonado Sinopec Service (fuente Autores) 75
Figura 3.8 Consumo de Potencia, abonado Sinopec Service con rectificación del factor de potencia (fuente Autores)..... 76

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Crecimiento de los Abonados provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 98
Figura 4.2 Abonados por categoría (fuente CNEL Sucumbíos)..... 98
Figura 4.3. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril-2018 subestación Payamino (fuente Autores) 100
Figura 4.4. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo-2018 subestación Payamino(fuente Autores) 101
Figura 4.5 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio-2018 subestación Payamino (fuente Autores) 102
Figura 4.6 Factor de potencia de los abonados de abril, mayo y junio -2018 de la subestación Payamino (fuente Autores) 103
Figura 4.7 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril -2018 subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)..... 104
Figura 4.8 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo – 2018 subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)..... 105
Figura 4.9 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio – 2018 subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)..... 106
Figura 4.10 Factor de potencia de los abonados de los meses de abril, mayo y junio -2018 de la subestación Sacha y Loreto (fuente Autores) 107

ÍNDICE DE TABLAS



CAPÍTULO 2

Tabla 2.1. Cargas más utilizadas con su respectivo factor de potencia. (Schneider, 2010) 43
Tabla 2.2. Clasificación de los niveles de voltaje. (ARCONEL, 2018) 59

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Indicadores de cobertura eléctrica (MEER, 2015) 64
Tabla 3.2 Abonados CNEL Sucumbíos (fuente CNEL Sucumbíos) 71
Tabla 3.3 Tipos de cargas de los abonados industriales (fuente CNEL Sucumbíos) 73

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Parámetros Eléctricos de las Líneas de Subtransmisión de CNEL Sucumbíos (fuente CNEL (Sucumbíos) 83
Tabla 4.2 Transformadores que posee la CNEL Sucumbíos (fuente CNEL Sucumbíos) 85
Tabla 4.3 Alimentadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 88
Tabla 4.4 Voltajes de los alimentadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 90
Tabla 4.5 Potencia de los transformadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 91
Tabla 4.6 Características de los alimentadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 92
Tabla 4.7 Alimentadores de la provincia de Orellana y sus características (fuente CNEL Sucumbíos) 93
Tabla 4.8 Consumo de los abonados de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 96
Tabla 4.9 Número de abonados de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos) 97
Tabla 4.10 Factor de potencia de los abonados de la subestación Payamino (fuente Autores) 109
Tabla 4.11 Factor de potencia de los abonados de la subestación Sacha y Loreto (fuente Autores) 114
Tabla 4.12 Factor de potencia corregido de los abonados de la subestación Payamino (fuente Autores) 120



Tabla 4.13 Factor de potencia corregido de los abonados de la subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)	122
Tabla 4.14 Resumen de factura del consumo eléctrico de los abonados de la subestación Payamino (fuente Autores)	126
Tabla 4.15 Resumen de factura del consumo eléctrico de los abonados de la subestación Sacha (fuente Autores)	129
Tabla 4.16 Cotización banco de capacitores abonado Mendez Palacios Jaime Nasario(fuente Autores)	130
Tabla 4.17 Cálculo de la tasa mínima de retorno y flujo de fondos para la inversión de banco de capacitores abonado Mendez Palacios Jaime Nasario (Fuente Banco Central del Ecuador)	131



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Yo, Janela Patricia Macas León, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la provincia de Orellana", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Octubre de 2018

A handwritten signature in blue ink, reading 'Janela Patricia Macas León', written over a horizontal line.

Janela Patricia Macas León

C.I.: 1104601248



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Yo, Moisés Agustín Silva Zapata, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la provincia de Orellana", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Octubre de 2018

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature appears to read "Moisés Silva Zapata".

Moisés Agustín Silva Zapata

C.I. 1102649884



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Janela Patricia Macas León autora del trabajo de titulación “Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la provincia de Orellana”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Octubre de 2018

A handwritten signature in blue ink, reading 'Janela Patricia Macas León', written over a horizontal line.

Janela Patricia Macas León

C.I.: 1104601248



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Moisés Agustín Silva Zapata autor del trabajo de titulación "Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la provincia de Orellana", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Octubre de 2018

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature appears to read "Moisés Silva Zapata".

Moisés Agustín Silva Zapata

C.I. 1102649884



Cláusula de Propiedad Intelectual

Certifico que el trabajo de Titulación "Análisis para la Penalización por Bajo Factor de Potencia a Grandes Clientes con Tarifa Industrial en Bajo y Medio Voltaje en la Provincia de Orellana", ha sido desarrollado por los estudiantes: Janela Patricia Macas León con C.I.: 1104601248 y Moisés Agustín Silva Zapata con C.I.: 1102649884

Cuenca, octubre de 2018.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Patricio", written over a horizontal line.

Ing. Patricio Alcides Astudillo Salinas, Mgs.
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Certifico que el trabajo de titulación "Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la Provincia de Orellana", ha sido desarrollado por los estudiantes: Janela Patricia Macas León con C.I.: 1104601248 y Moisés Agustín Silva Zapata con C.I. 1102649884

Cuenca, septiembre de 2018

ING. LUIS PATRICIO VILLALVA FRANCO, Mgs.

TUTOR INSTITUCIONAL

JEFE DE AGENCIA

CNEL EP UN SUCUMBIOS AGENCIA COCA

JANELA PATRICIA MACAS LEÓN
MOISÉS AGUSTÍN SILVA ZAPATA

7



**ESTE TRABAJO DE TITULACIÓN HA SIDO DESARROLLADO
DENTRO DEL CONVENIO ENTRE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA Y
LA CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS**



AGRADECIMIENTO

El poder cumplir una meta agradezco infinitamente a Dios a la Virgen del Cisne y en especial a mi mamá que ha sabido estar a mi lado cada día, siempre he tenido el apoyo incondicional de ella, así como el de mis hermanas y sobrina. Agradezco a mi compañero de tesis Moisés que junto a él hemos obtenido alegrías y tristezas pero que nos han brindado crecimiento profesional que hoy es el principal soporte para culminar nuestra carrera universitaria. No olvido de agradecer a mis docentes y especial a nuestro tutor de tesis Ing. Patricio Astudillo que ha sido quien nos ha encaminado durante este proceso de titulación. A la Universidad de Cuenca por la acogida a todos quienes formamos el Plan de Contingencia mil gracias.

Janela



Primeramente agradezco a nuestro Dios y a nuestra Señora del Cisne por haberme guiado durante toda la carrera y mantenerme con salud compartiendo alegrías y tristezas que me han servido para superarme y poder alcanzar una meta propuesta, así mismo agradezco a mi esposa e hijos quienes han sido el apoyo fundamental y la fortaleza que Yo he necesitado durante este proceso, a nuestro tutor de tesis Ing. Patricio Astudillo que con su paciencia y apoyo incondicional nos ha guiado de manera fructífera para culminar el desarrollo del trabajo de titulación. Mi agradecimiento especial a todos los docentes del Plan de Contingencia y Autoridades de la Universidad de Cuenca por abrirnos las puertas para emprender y finalizar nuestra carrera de Ingeniería Eléctrica.

Moisés



DEDICATORIA

Cada palabra aquí forjada, cada pensamiento que está en mi mente y el presente trabajo lo dedico a mi mamá Gilma León mi gran apoyo, a mis queridas hermanas Alicia y Daniela y a mi pequeña sobrina Dayris, siempre han sabido llenarme de fortaleza. Dedico a mis queridos abuelitos Dora y Pastor que me han visto crecer profesionalmente y que el compartir de este triunfo los llena de orgullo. Lo dedico a toda mi familia y amigos que con su ánimo me supieron dar alegría de cumplir un gran sueño que hoy se hace realidad.

Janela



Este trabajo lo dedico especialmente a mis padres Mélida Aidé que desde el cielo con sus bendiciones derramadas me guio siempre por el camino del bien, a mis hijos Thalía, Pamela, Israel y Paula, a mi amada esposa Miriam que ha sido mi principal apoyo la persona que dio animo a que mi fortaleza no decaiga, a mis hermanos siempre dándome la mano y orando por mí para que llegue hoy a cumplir una meta que todos como familia le hemos esperado, aquí mi herencia más valiosa a mis queridos hijos y el ejemplo para su vida futura. Dedico el presente a mi querido Dios que es quien ha compartido mi mayor alegría de culminar la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Moisés



GLOSARIO

ARCONEL	Agencia de regulación y control de electricidad
C	Capacitancia
CNEL	Corporación Nacional De Electricidad
EP	Empresa Pública
FA	Transformador sumergido en líquido aislante con enfriamiento por aire forzado
FOA	Transformador sumergido en líquido aislante con enfriamiento por aceite forzado y de aire forzado
FP	Factor de potencia
KVA	Kilovoltio amperio
KVAR	Kilovoltio amperio reactivo
KW	Kilovatio
LST	Línea de subtransmisión
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
MW	Megavatios
nF	Nano faradios
OA	Transformador sumergido en aceite con enfriamiento natural
P	Potencia activa
pF	Picofaradios
Q	Potencia reactiva
S	Potencia aparente
TDH	Total distorsión harmonic
GW	Gigavatio



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Todos los aparatos eléctricos que dan energía ya sea en forma de luz, calor, sonido, rotación o movimiento, consumen una cantidad de energía eléctrica equivalente a la entregada por la fuente de electricidad. La energía transformada se registra en los medidores y es facturada al consumidor por las respectivas empresas de suministro eléctrico.

1.2. ANTECEDENTES

Los equipos eléctricos que intervienen en los procesos de generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica forman el denominado Sistema Eléctrico de Potencia, de este hecho se establece que la electricidad que consumimos en las industrias, fábricas, hogares son utilizados por equipos denominados consumidores de energía eléctrica. Estos usuarios deben de tener en cuenta la importancia del Factor de Potencia en su consumo.

El factor de potencia es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, permite describir la



cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo útil y cambia según el consumo y tipo de carga.

Las Empresas Eléctricas, sobre todo de Distribución, escatiman esfuerzos que permitan tener un factor de potencia de acorde a las normas establecidas por los entes reguladores y que se reflejen en los índices de calidad. Pero dentro de sus sistemas de distribución, son los grandes clientes o clientes industriales que por su tipo de carga (generalmente con un mayor porcentaje de cargas inductivas) hacen que las redes eléctricas presenten un bajo factor de potencia.

Es entonces necesario regular a estos clientes de manera que su aporte con reactivos a las redes de distribución sean bajos. Se necesita una regulación a estos tipos de clientes para que dentro de sus instalaciones tomen en cuenta la corrección del factor de potencia.

Al corregir el factor de potencia se obtienen beneficios económicos para los abonados industriales, logrando así:

- La reducción de los costos por facturación eléctrica
- Eliminación del recargo por bajo factor de potencia
- Bonificación de la facturación cuando se tenga un factor de potencia mayor a 0,92



1.3. JUSTIFICACIÓN

En la Provincia de Orellana, existe un consumo excesivo de energía reactiva ocasionando caídas de voltaje, mala regulación del voltaje, saturación por sobrecarga de transformadores y alimentadores, esto conlleva a que no solo los abonados con tarifa industrial se vean afectados, si no los abonados con tarifa en general.

Si existe alta corriente originada por la potencia eléctrica reactiva, las secciones de conductores instalados no pueden ser plenamente utilizadas para la transmisión de potencia activa lo que ocasiona un sobredimensionamiento de conductores eléctricos. Desde el punto de vista de la CNEL de Sucumbíos, un factor de potencia bajo aumenta los costos de inversión y mantenimiento para el sistema de distribución de energía, y estos gastos adicionales se trasladan a los responsables, es decir a los consumidores de energía con bajo factor de potencia. Es por este motivo que se instala un contador que además de medir la energía activa pueda medir la energía reactiva y con ello sancionar a los abonados que posean un factor de potencia menor a 0.92.

1.4. ALCANCE

Este trabajo de titulación tiene como fin analizar a todos los abonados industriales en medio y bajo voltaje que están dentro de la cobertura de la CNEL de Sucumbíos, de manera especial a los abonados de la provincia de Orellana.



Se toma como base para este trabajo las tarifas de consumo eléctrico, con ello se identifica cuáles son las empresas que afectan la red de distribución eléctrica con un bajo factor de potencia que lo establece la ARCONEL, y se establecen algunas recomendaciones a los clientes penalizados por bajo factor de potencia, para que sean tomadas en consideración.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Analizar y estudiar los beneficios técnicos y económicos que involucran tener un factor de potencia mayor al 0.92 en grandes clientes en la Provincia de Orellana.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar una parametrización de grandes clientes que se encuentran con bajo factor de potencia, inferior al 0.92 identificándolos por tarifas
- Indagar acerca de la problemática que se encuentra afectando la calidad de la energía en grandes clientes en la provincia de Orellana
- Indagar y analizar soluciones viables que existen para los problemas de calidad de energía en la provincia de Orellana



CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. POTENCIA ELÉCTRICA

Potencia eléctrica es la velocidad con que se consume la energía. La potencia se mide en joule por segundo ($\frac{J}{s}$) y se representa con la letra “*P*”.

Un ($\frac{J}{s}$), equivale a 1 watt (*W*), por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica. La unidad de medida de la potencia eléctrica “*P*” es el “watt”, y se representa con la letra “*W*”. (Alvares, 2014)

En todo circuito eléctrico, para el funcionamiento de las diferentes máquinas y equipos se presenta las siguientes potencias:

- Potencia aparente
- Potencia reactiva
- Potencia activa



2.1.1. Potencia aparente

Esta potencia aparente kVA, designada comúnmente con la letra "S" no es realmente la útil, salvo cuando el factor de potencia es la unidad ($F_p=1$), y significa que la red de alimentación eléctrica no solo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de satisfacer la energía que almacenan las bobinas y capacitores.

Expresado en otras palabras, S (kVA) es la suma de la potencia activa P (kW) (Potencia útil) que disipan los equipos en calor o trabajo más la potencia reactiva Q (kVAR) utilizada para la formación de los campos eléctrico y magnético de sus componentes.

Los equipos que presentan la potencia aparente, son los que tienen componentes como transformadores, motores y equipos electrónicos, tales como: televisores, computadores, bombas hidráulicas, neveras, Aires acondicionados etc. (Electricaplicada, 2018).

2.1.2. Potencia reactiva

Esta potencia no se consume ni se genera, en el sentido estricto en circuitos lineales solo aparece cuando existen bobinas o capacitores. Por ende, es toda aquella potencia desarrollada en circuitos inductivos y su valor medio es nulo. Surge en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o capacitores siendo necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltamperios reactivos (VAR).

La empresa eléctrica mide la energía reactiva con el contador y si se superan ciertos valores incluye un término de penalización en la factura del consumo eléctrico.

2.1.3. Potencia activa

Representa la capacidad de una instalación eléctrica para transformar la energía eléctrica en trabajo útil ya sea de forma mecánica (movimiento o fuerza), lumínica, térmica, química. Esta potencia es realmente la consumida en una instalación eléctrica. Se representa por P y se mide en vatios (W). La suma de esta potencia activa a lo largo del tiempo está dada en Kilovatios hora (kWh), que es lo que factura la empresa eléctrica. (Imergia, 2018)

2.2. TRIÁNGULO DE POTENCIAS

El triángulo de potencias es la mejor forma de analizar y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de "fi" ($\cos \Phi$) y su relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.

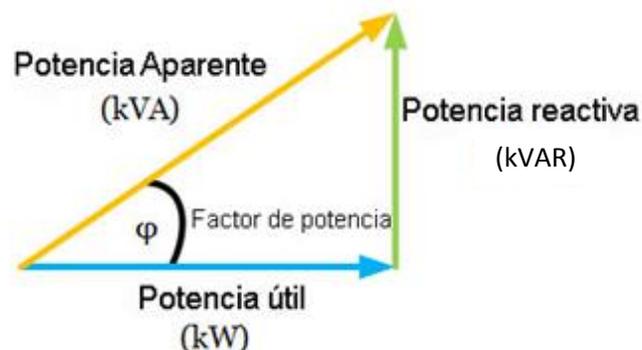


Figura 2.1 Triángulo de potencias. (Imergia, 2018)

Como se observa en la figura 2.1, el factor de potencia o coseno de “fi” ($\cos \Phi$) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también de forma matemática, por medio de la Ecuación 2.1.

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

Ecuación 2.1 Factor de potencia. (Chapman, 2004)

Donde:

$\cos \Phi$ = Coseno de fi

P = Potencia Activa

S = Potencia Aparente

El resultado de esta operación será “1” o un número fraccionario menor que “1” en dependencia del factor de potencia que le corresponde a cada equipo o dispositivo en específico, según contenga una carga inductiva, resistiva, o una combinación de ambos. Ese número es el valor de la función trigonométrica “coseno”, equivalente al ángulo que se forma entre las potencias (P) y (S).

Si el número de la operación matemática que se obtiene como resultado es un decimal menor que “1” (por ejemplo 0,95), dicho número representa el factor de potencia correspondiente al desfase en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y el voltaje en el circuito de corriente alterna.

2.3. TIPOS DE CARGAS

En una red o circuito eléctrico a los elementos pasivos se los conoce como cargas, ya que por medio de ellos la energía eléctrica se consume dependiendo de la intensidad de corriente que circule en los mismos, por lo que a dicha corriente se la conoce como corriente de carga de característica resistiva, inductiva o capacitiva dependiendo del tipo de carga que sea.

2.3.1. Cargas resistivas

Las cargas resistivas son aquellas en las que la energía eléctrica se transforma calor y no en movimiento. Distintivas cargas resistivas son las lámparas incandescentes o los radiadores eléctricos. La resistencia depende del voltaje y de la corriente. Como expresión matemática es cierta, pero como concepto puede estar lejos de la realidad, ya que la resistencia depende principalmente del material y de sus características físicas.

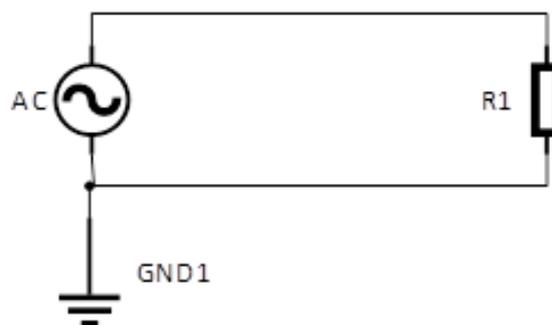


Figura 2.2 Carga Resistiva (fuente Autores)



Según la ley de ohm, la resistencia eléctrica (R) es el factor de proporcionalidad que se tiene en la relación entre el Voltaje (V) y la Corriente (I). Con la ecuación 2.2 y 2.3 se puede calcular en un circuito una magnitud mediante otra.

$$R = \frac{V}{I}$$

Ecuación 2.2. Cálculo de la resistencia según la ley de ohm (Chapman, 2004)

$$I = \frac{V}{R}$$

Ecuación 2.3. Cálculo de la corriente según la ley de ohm (Chapman, 2004)

2.3.2. Cargas inductivas

La potencia que toma la carga en el primer medio ciclo de la fuente de corriente alterna, se convierte en campo magnético variable y de acuerdo con las leyes de Faraday y Lenz, producen un voltaje en la bobina que se opone a la fuente que la produce. De tal forma que en el siguiente medio ciclo regresa la potencia a la fuente. Al igual que en el capacitor, la inductancia de la bobina toma la potencia de la fuente la usa y posteriormente regresa a la fuente la energía que no es consumida, Figura 2.3.

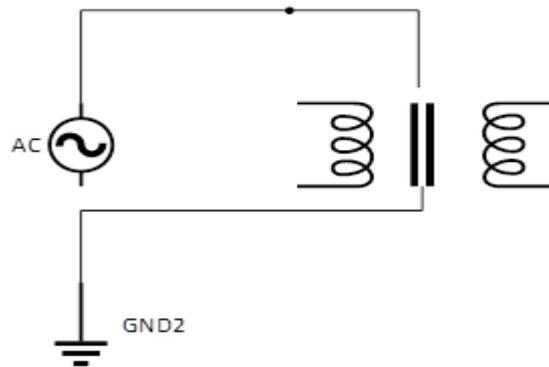


Figura 2.3 Carga Inductiva (fuente Autores)

La reactancia inductiva (X_i) es proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la corriente Ecuación 4.2, la reactancia inductiva (X_i) depende de la frecuencia, Ecuación 2.5, del flujo y del número de espiras de una bobina. Con la ecuación 2.6 se puede calcular el flujo que tiene relación con el número de espiras, y la corriente depende del voltaje y de la reactancia inductiva.

$$X_i = \frac{V}{I}$$

Ecuación 2.4. Reactancia inductiva, forma general
(Chapman, 2004)

$$X_i = 2\pi fL$$

Ecuación 2.5. Cálculo de la reactancia inductiva
(Chapman, 2004)

$$L = N \frac{d\phi}{dt}$$

Ecuación 2.6. Cálculo de la inductancia (Chapman,
2004)



Donde:

X_i = Reactancia inductiva

V = Voltaje

I = Intensidad

N = Número de espiras

f = Frecuencia

L = Inductancia

2.3.3. Cargas capacitivas

La potencia que toma la carga en el primer medio ciclo de la fuente de corriente alterna la convierte en campo eléctrico, que en el siguiente medio ciclo regresa la potencia a la fuente. Es decir, que el capacitor se carga y descarga tomando potencia de la fuente, pero no la consume como la carga inductiva.

En este caso no se habla de una resistencia (R), sino de una reactancia capacitiva (X_c), la cual depende de sus características físicas. La corriente depende del voltaje (V) y de la reactancia capacitiva (X_c).

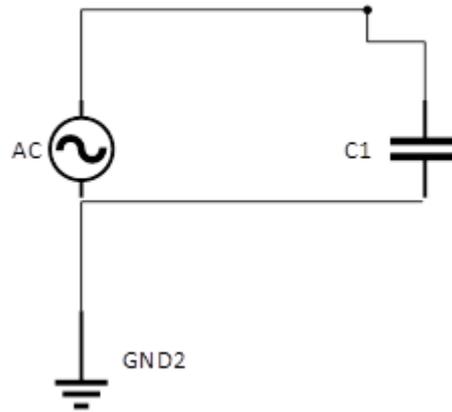


Figura 2.4 Carga Capacitiva (fuente Autores)

La reactancia capacitiva en su forma general depende del voltaje sobre la corriente Ecuación 2.7. La (X_c) es inversamente proporcional a la frecuencia y las características físicas del capacitor Ecuación 2.8. La corriente depende del voltaje y de la reactancia capacitiva Ecuación 2.9.

$$X_c = \frac{V}{I}$$

Ecuación 2.7. Reactancia capacitiva forma general
(Chapman, 2004)

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c}$$

Ecuación 2.8. Cálculo de la reactancia
capacitiva(Chapman, 2004)

$$I = \frac{V}{X_c}$$

Ecuación 2.9. Corriente en la reactancia capacitiva
(Chapman, 2004)



Donde:

X_c = Reactancia capacitiva

V = Voltaje

I = Intensidad

f = Frecuencia

c = Capacitancia

2.3.4. Carga Compuesta

Una carga compuesta está formada por una parte puramente resistiva, dispuesta en paralelo con otra parte reactiva ideal, en cargas tales como las ocasionadas por lámparas incandescentes y aparatos de calefacción, la parte de carga reactiva puede considerarse como prácticamente nula. Sin embargo, en las cargas representadas por líneas de transmisión y distribución, transformadores, lámparas fluorescentes, motores eléctricos, equipos de soldadura, hornos eléctricos; la parte reactiva de la carga suele ser de una magnitud similar a la parte puramente resistiva.

En estos casos, además de la corriente activa necesaria para producir el trabajo, el calor o la función deseada, la carga toma algo adicional de corriente activa comparable en magnitud a la corriente reactiva, esta misma corriente si bien es indispensable para energizar los circuitos magnéticos de los equipos mencionados, representa una carga adicional de corriente para el cableado de las instalaciones industriales, los transformadores de potencia, las líneas eléctricas e incluso los generadores.



2.4. BAJO FACTOR DE POTENCIA

Todas las cargas inductivas como motores y transformadores que son los más frecuentes, dan origen a un bajo factor de potencia ya que son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica, al verse desfasada con relación al voltaje lo que provoca un bajo factor de potencia.

Las corrientes de armónicos son otros elementos que contribuyen a factores de potencia bajos. Se tratan de corrientes que se reflejan en el sistema y están presentes en la corriente de carga, pero no en el voltaje. Las corrientes de armónicos no contribuyen en nada al sistema de alimentación, pero puede disminuir el factor de potencia; las únicas cargas que no introducen corrientes de armónicos son puramente resistivas, como la de los calentadores o las lámparas incandescentes.

La causa más común de potencia reactiva es la inductancia de los motores y es mayor cuando estos motores no trabajan a su capacidad recomendada. (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995)

2.4.1. Iluminación por descarga o de arco

Estas lámparas para su funcionamiento requieren de una inductancia o de un transformador, estos elementos denominados balastos de las lámparas son los que consumen energía reactiva que se traduce en un bajo factor de potencia.

2.4.2. Motores de inducción

Estos motores son generalmente la causa principal de los factores de potencia bajos, al aplicar corriente alterna trifásica a las bobinas inductoras, se produce un campo magnético giratorio, conocido como campo rotante, cuya frecuencia será igual a la de la corriente alterna con la que se alimenta al motor. Este campo al girar alrededor del rotor en estado de reposo, inducirá corrientes en el mismo, que producirán a su vez un campo magnético que seguirá el movimiento del campo estático, produciendo un par motor que hace que el rotor gire.

No obstante, como la inducción en el rotor sólo se produce si existe una diferencia en las velocidades relativas del campo del estator y las revoluciones de rotor, la velocidad del rotor nunca alcanza a la del campo rotante. De lo contrario, si ambas velocidades fuesen iguales, no habría inducción y el rotor no produciría par. El deslizamiento difiere con la carga mecánica aplicada al rotor, siendo máximo con la máxima carga aplicada al mismo y lo más importante es que están formados por inductores o bobinas que permiten el funcionamiento y movimiento del rotor del motor. (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995).

2.4.3. Transformadores sobredimensionados

El sobre dimensionamiento de un transformador eléctrico es uno de los principales factores de desperdicio de energía eléctrica, ya que el transformador trabaja en una región donde el rendimiento y el factor de potencia no son los óptimos. A modo de ejemplo, considerando un transformador de gran potencia operando solamente con un 25% de la carga, es decir, se los utiliza para alimentar por largos periodos, a



pequeñas cargas, el rendimiento del transformador es de aproximadamente 40% y su factor de potencia está alrededor del 60%.

2.4.4. Hornos eléctricos de arco voltaico

Este tipo de horno, calienta por medio de un arco eléctrico, la capacidad de los hornos va desde una tonelada hasta 400 toneladas, so usados en la industria metalúrgica. La temperatura en el interior de un horno de arco eléctrico puede alcanzar los 3800 grados centígrados.

El factor de potencia varía en un amplio margen al calentarse el horno, oscila entre 0.5 y 0.85, luego de un cierto tiempo de trabajo se aproxima a un valor constante. El factor de potencia de los hornos es bajo por dos razones:

- El arco al comienzo del ciclo tiene menor conductibilidad, de manera que la corriente está en atraso con relación al voltaje
- Cuando el arco está en cortocircuito, en donde es necesario disponer de una reactancia para limitar la intensidad de corriente a un valor fuera de peligro, siendo esta reactancia la causa de un bajo factor de potencia. (LLumiQuinga Loya, Fredy Santiago, 2012)

2.4.5. Soldadores eléctricos de corriente alterna

Para la soldadura efectiva por arco, se requiere una corriente constante. La máquina soldadora debe tener una curva descendiente de voltamperios, en la que se produce una cantidad relativamente



constante de corriente, con solamente un cambio limitado en la carga de voltaje.

En otros aparatos eléctricos la demanda por corriente generalmente queda algo constante, pero en la soldadura por arco la potencia oscila mucho. Por lo tanto, cuando se establece el arco con el electrodo, el resultado es un cortocircuito lo que inmediatamente induce una mayor corriente eléctrica, a menos que la máquina esté diseñada para evitar esto.

Son máquinas que se caracterizan por tener o producir un bajo factor de potencia, debido a que son construidas con una reactancia interna, para limitar las corrientes de cortocircuito en el momento que se produce el arco, esta reactancia es la que produce un bajo factor de potencia. La tabla 2.1 se presenta un resumen de factor de potencia de las cargas más utilizadas.

Tabla 2.1. Cargas más utilizadas con su respectivo factor de potencia. (Schneider, 2010)

Tipo de Carga		Cos Φ
Motor Asíncrono	Carga a 0%	0,17
	Carga a 25%	0,55
	Carga a 50%	0,73
	Carga a 75%	0,8
	Carga a 100%	0,85
Lámparas Incandescentes		1
Tubos fluorescentes compensados		0,93
Lámpara de descarga		0,4 a 0,6
Hornos a resistencias		1
Hornos a calentamiento dieléctrico		0,85
Hornos de arco		0,8
Máquinas de soldar a resistencia		0,8 a 0,9
Electrodos monofásicos, estáticos de soldadura al arco		0,5
Electrodos rotativos de soldadura al arco		0,7 a 0,9
Transformadores rectificadores de soldadura de arco		0,7 a 0,9

2.5. CONSECUENCIAS DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA

Las consecuencias de un bajo factor de potencia son:

- Aumento de la intensidad de corriente e incremento de pérdidas por efecto Joule
- Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de voltaje
- Sobrecarga de los generadores y transformadores
- Aumentos en la factura por el consumo de energía eléctrica

2.5.1. Aumento de la intensidad de corriente e incremento de pérdidas por efecto Joule

En una instalación eléctrica mientras mayor sea la cantidad de energía reactiva el factor de potencia se deteriora y como la potencia activa es constante, se necesita una mayor intensidad de corriente para satisfacer esta demanda, además este aumento de la corriente incrementa las pérdidas por calentamiento o efecto Joule.

El efecto Joule, es el desprendimiento de calor provocado por el movimiento de electrones también conocido como corriente eléctrica por un material. Este efecto se presenta en la Ecuación 2.10.

$$Q = P \times t$$

Ecuación 2.10. Efecto Joule (Chapman, 2004)

Donde:

Q = Energía o calor desprendido

P = Potencia consumida (medida en vatios)

t = Tiempo transcurrido (medido en segundos)

Las pérdidas por efecto Joule se manifiestan en:

- Calentamiento de los conductores
- Calentamiento de bobinas en los transformadores de distribución
- Disparo sin causa aparente de los dispositivos de protección



Uno de los mayores problemas que causa el sobrecalentamiento es el deterioro irreversible del aislamiento de los conductores que además de reducir la vida útil, puede inducir corto circuitos en los equipos. (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995).

2.5.2. Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de voltaje

La caída de voltaje en un sistema eléctrico es una de las fallas más comunes en una red de distribución y tiene efectos negativos considerables como pérdidas económicas importantes, paros de producción, daños parciales o totales de maquinaria y afecta al factor de potencia. Estas caídas de voltaje afectan a los bobinados de los transformadores, a los conductores de alimentación y por ende al sistema de protección y control.

La caída de voltaje eléctrico se define como la diferencia de potencial que existe entre los dos extremos de una línea eléctrica. En un conductor la caída de voltaje se mide en volts y existe en función del largo y de la resistencia del medio de conducción eléctrica. A mayor distancia de la fuente de voltaje y mayor resistencia del conductor eléctrico existe una mayor caída de voltaje. (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995).

2.5.3. Sobrecarga de los generadores y transformadores

Básicamente lo que determina la vida de un transformador es el envejecimiento del aislamiento sólido de los devanados. El mejor uso de los transformadores eléctricos de potencia consiste en aprovechar al máximo sus características de construcción, teniendo en cuenta las



condiciones ambientales donde operará, y los diagramas de carga en función del tiempo: diarios, estacionales y anuales. Se debe considerar que el valor máximo de la carga, tiene que mantenerse inferior a la potencia nominal del transformador.

El exceso de corriente debido a un bajo factor de potencia, ocasiona que los generadores, transformadores y líneas de distribución, trabajen con cierta sobrecarga y reduzcan su vida útil, debido a que estos equipos, están diseñados para un valor máximo de corriente y para no ser estropeados, se debe operar sin que rebase los límites permitidos por el fabricante.

Se debe tener el criterio de que un transformador en funcionamiento tiene un proceso de envejecimiento físicamente continuo, que, al operar en un estado de sobrecarga, provoca un mayor envejecimiento respecto a la normal, pero éste puede ser compensado por un período de carga menor que provocará un envejecimiento menor. (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995).

2.5.4. Aumentos en la factura por el consumo de energía eléctrica

Un bajo factor de potencia implica pérdidas de energía en la red eléctrica, por lo que el productor y distribuidor de energía eléctrica, se verá en la obligación de penalizar al usuario que no hace un correcto uso de su energía, provocando con ello un pago extra por el consumo de energía eléctrica, induciendo al usuario a corregir su bajo factor de potencia.



Penalización de hasta un 120% del costo de la facturación por parte de la empresa distribuidora en este caso la Empresa Eléctrica Sucumbíos. (LLumiquinga Loya, Fredy Santiago, 2012).

2.6. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Los medios para la corrección del factor de potencia se establecen por medio del uso de capacitores.

2.6.1. ¿Por qué resulta dañino y caro mantener un bajo factor de Potencia?

Para una potencia constante, la cantidad de corriente de la red se incrementa en la medida que el factor de potencia disminuya, por ejemplo, con un factor de potencia igual a 0,5 la cantidad de corriente que demanda la carga será dos veces la corriente útil, en cambio para un factor de potencia igual a 0.9 la cantidad de corriente será de 10% más alta que la corriente útil.

Esto significa que a bajos factores de potencia los transformadores y cables de distribución pueden sobrecargarse, y que las pérdidas en ellos se incrementarán (en proporción con el cuadrado de la corriente), afectando a la red tanto en el alto como en el bajo voltaje.

El hecho de que el abonado este con un bajo factor de potencia en su industria produce los siguientes inconvenientes:

Al abonado:

- Aumento de la intensidad de corriente



- Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de voltaje
- Incrementos de potencia en sus transformadores, reducción de su vida útil y la disminución de la capacidad de conducción de los conductores
- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento
- Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad, lo más importante

A la CNEL:

- Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en KVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional
- Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución, así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva
- Elevadas caídas de voltaje y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica

Una forma de que las empresas de electricidad a nivel nacional hagan reflexionar a las industrias sobre la conveniencia de generar o controlar su consumo de energía reactiva ha sido a través de un cargo por demanda, es cobrar por capacidad suministrada en KVA. Factor donde se incluye el consumo de los KVAR que se entregan a la industria.



2.6.2. Corrección del Factor de Potencia por medio del uso de capacitores

La finalidad de corregir el factor de potencia es mejorar las condiciones técnicas de operación de los equipos eléctricos y reducir o eliminar el costo de energía reactiva en la factura de la energía eléctrica. Para lograr esto, es necesario distribuir las unidades capacitivas, dependiendo de su utilización, en el lado del usuario del medidor de potencia.

Existen varios métodos para corregir o mejorar el factor de potencia, entre los que destacan la instalación de capacitores eléctricos o bien la aplicación de motores sincrónicos, las formas de llevarlo a cabo son:

- Compensación individual en motores
- Compensación por grupo
- Compensación centralizada

2.6.3. Compensación individual en motores

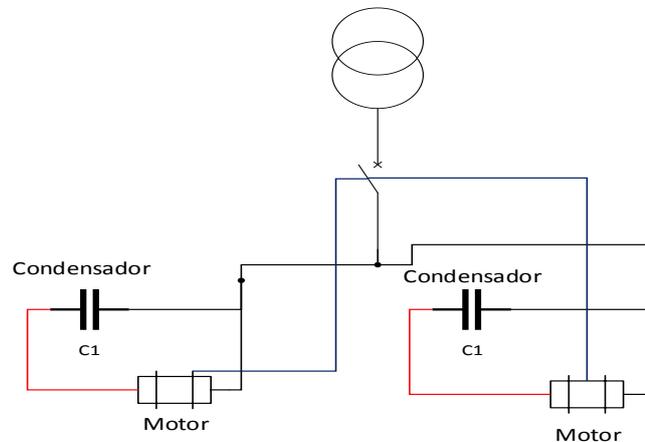


Figura 2.5 Compensación Individual(fuente Autores)

En principio, la compensación ideal es aquella que limita el campo de actuación de la energía reactiva al entorno más próximo a su creación. Pero los criterios técnico económicos determinaran su situación y ubicación.

El método de compensación individual es el tipo de compensación más efectivo ya que el capacitor se instala en cada una de las cargas inductivas a corregir, de manera que la potencia reactiva circule únicamente por los conductores cortos entre el motor y el capacitor. La compensación individual presenta las siguientes ventajas:

- Los capacitores son instalados cerca de la carga inductiva, la potencia reactiva es confinada al segmento más pequeño posible de la red
- El arrancador para el motor puede también servir como un interruptor para el capacitor eliminando así el costo de un dispositivo de control del capacitor

- El uso de un arrancador proporciona control semiautomático para los capacitores, por lo que no son necesarios controles complementarios
- Los capacitores son puestos en servicio sólo cuando el motor está trabajando

Es importante mencionar que para no incurrir en una sobrecompensación en la carga inductiva que provoque alteraciones en el voltaje que puedan dañar la instalación eléctrica, la potencia del banco de capacitores deberá limitarse al 90% de la potencia reactiva del motor en vacío. (Serrano, 2014).

2.6.4. Compensación por grupo

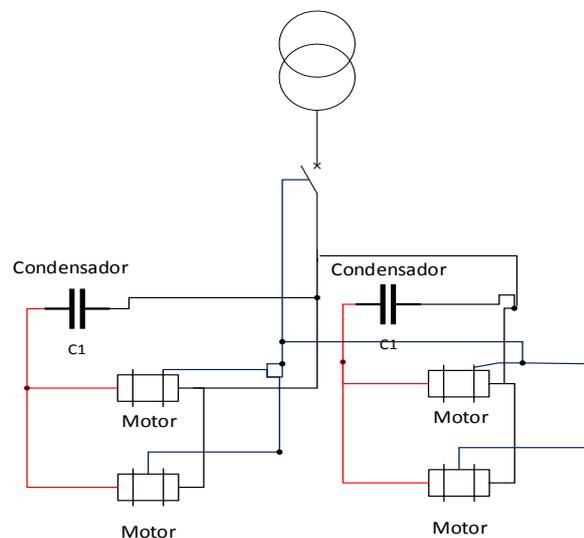


Figura 2.6 Compensación por Grupo (fuente Autores)

Es recomendable compensar la potencia inductiva de un grupo de cargas, cuando éstas se conectan simultáneamente y demandan potencia reactiva constante, o bien cuando se tienen diversos grupos

de cargas ubicados en distintos puntos. La compensación en grupo es más eficiente.

Se conforman grupos de cargas de diferente potencia, con un tiempo de operación similar, para que la compensación se realice por medio de un banco de capacitores común con su propio interruptor. Los bancos de capacitores pueden ser instalados en el centro de control de motores, se los utiliza únicamente cuando las cargas están en uso.

Se reducen costos de inversión para la adquisición de bancos de capacitores. Es posible descargar de potencia reactiva las diferentes líneas de distribución de energía eléctrica. En las líneas de alimentación principal presenta la desventaja de que la sobrecarga de potencia reactiva no se reduce, es decir, que seguirá circulando energía reactiva entre el centro de control de motores y los motores.

2.6.5. Compensación centralizada

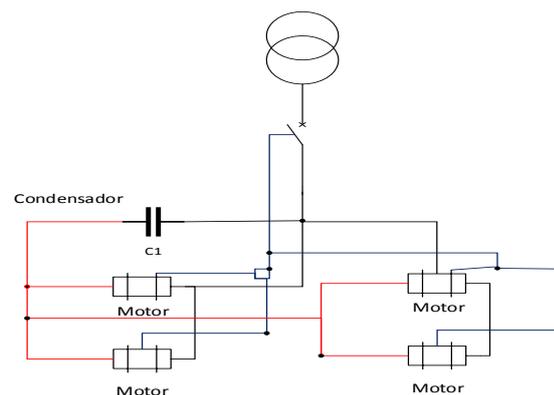


Figura 2.7 Compensación Centralizada(fuente Autores)



Este tipo de compensación ofrece una solución generalizada para corregir el factor de potencia ya que la potencia total del banco de capacitores se instala en la acometida, cerca de los tableros de distribución de energía, los cuales, suministran la potencia reactiva demandada por diversos equipos con diferentes potencias y tiempos de operación.

La potencia total del banco de capacitores se divide en varios bloques que están conectados a un regulador automático de energía reactiva que conecta y desconecta los bloques que sean necesarios para obtener el factor de potencia previamente programado en dicho regulador.

Las desventajas de corregir el factor de potencia mediante la compensación centralizada, es que las diversas líneas de distribución no son descargadas de potencia reactiva, además, se requiere de un regulador automático del banco de capacitores para compensar la potencia reactiva, según las necesidades de cada momento:

- La corriente reactiva circula por toda la instalación
- Las pérdidas por calentamiento (Joule) se mantienen y no permite una reducción de su dimensionamiento, en la parte inferior de la instalación del banco de capacitores.

2.7. Tipos de bancos de capacitores

Para los consumidores industriales la compensación de la energía reactiva se puede realizar por medio de dos tipos de bancos de capacitores:



- Banco de capacitores fijos
- Banco de capacitores automáticos

2.7.1. Bancos de capacitores fijos

Si una planta o cualquier instalación eléctrica presentan problemas de bajo factor de potencia se utilizan los bancos de capacitores fijos. Los bancos de capacitores fijos solucionan la correlación del bajo factor de potencia y suelen utilizarse para compensaciones en motores o máquinas, a esto se le conoce como compensaciones locales. También se aplican en compensaciones generales, por ejemplo, en subestaciones.

Las principales ventajas de utilizar bancos de capacitores fijos son:

- Vida útil larga. Los materiales de construcción de los bancos de capacitores fijos son resistentes y les permiten optimizar su vida útil
- Seguridad. Los bancos de capacitores tienen medidas de seguridad que evitan descargas o cualquier inconveniente que pudiera afectar el suministro eléctrico.
- Mantenimiento sencillo. Si se presenta algún problema con los bancos de capacitores fijos, pueden solucionarse por personal con un mínimo de capacitación por la sencillez de sus procesos de mantenimiento.



- Durabilidad. Los materiales con los que se fabrican las gavetas o gabinetes de los bancos de capacitores fijos están diseñados para proteger a los capacitores de daños externos. (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995)

2.7.2. Bancos de capacitores Automáticos

Los bancos de capacitores automáticos se utilizan como un medio confiable y económico para corregir el factor de potencia. Cuando el factor de potencia es alto o bajo, los bancos automáticos de capacitores se encargan de mejorarlo, tanto en instalaciones completas como en zonas específicas. Lo que hacen los bancos automáticos de capacitores es vigilar o supervisar las variaciones del factor de potencia. Una vez que detectan variaciones considerables, de manera automática las corrige.

Las acciones de los bancos automáticos se describen a continuación.

- Eliminar o reducir las variaciones derivadas del factor de potencia
- Reducir las pérdidas en el sistema eléctrico debido al calentamiento
- Garantizar una mejor regulación del voltaje
- Liberar la capacidad del sistema



Los principales beneficios de usar bancos automáticos de capacitores según (Donald G.Fink / H. Wayne Beaty, 1995) se describen a continuación.

- Evitar el desgaste prematuro de los equipos eléctricos y electrónicos
- No requieren demasiado mantenimiento
- El consumo final de energía disminuye, con lo que disminuyen los costos por suministro de energía eléctrica
- El factor de potencia tiene un seguimiento durante las variaciones de la carga eléctrica.

2.8. Importancia de la corrección del factor de Potencia

La corrección del factor de potencia y la adecuada mitigación de armónicos puede contribuir a la mejora de las operaciones dentro de los usuarios de varias maneras, como:

- Reducción la sobrecarga en el sistema eléctrico y por consiguiente el aumento de potencia disponible
- Disminución el riesgo de interrupción
- Garantiza la vida útil de los equipos conectados a dicha red eléctrica



- Reducción de las pérdidas del sistema por bajo factor de potencia (elimina multas por bajo FP)
- Menor potencia demandada

Estas últimas se reflejan en una reducción de los costos por consumo de energía eléctrica, que sería uno de los fines de nuestro trabajo de titulación.

La solución al problema de corrección del factor de potencia por sí sola, puede ser enfrentada por medio de capacitores o banco de capacitores, dependiendo de la magnitud de potencia reactiva a corregir. Esta ayudará a evitar multas por concepto de energía reactiva. Estos equipos pueden ser conectados a la red eléctrica de la instalación, teniendo siempre en consideración los factores que pueden afectar a este tipo de equipos.

La corrección del factor de potencia, proporciona beneficios inmediatos en términos de reducción de pérdidas de potencia y en las facturas de consumo. Además, estas prácticas recomendadas estimulan el uso de la capacidad total del sistema en instalaciones eléctricas, aumentando el retorno energético de la inversión.

2.9. MARCO NORMATIVO PARA LA REGULACIÓN DE TARIFAS ELÉCTRICAS EN EL ECUADOR

De acuerdo con la pirámide de Kelsen, todo marco jurídico debe ser analizado desde su normativa más general hasta la particular teniendo presente la jerarquía de normas, de tal forma que la normativa ecuatoriana que regula y viabiliza los pliegos tarifarios y las

penalizaciones por bajo factor de potencias es la indicada en la Figura 2.8.

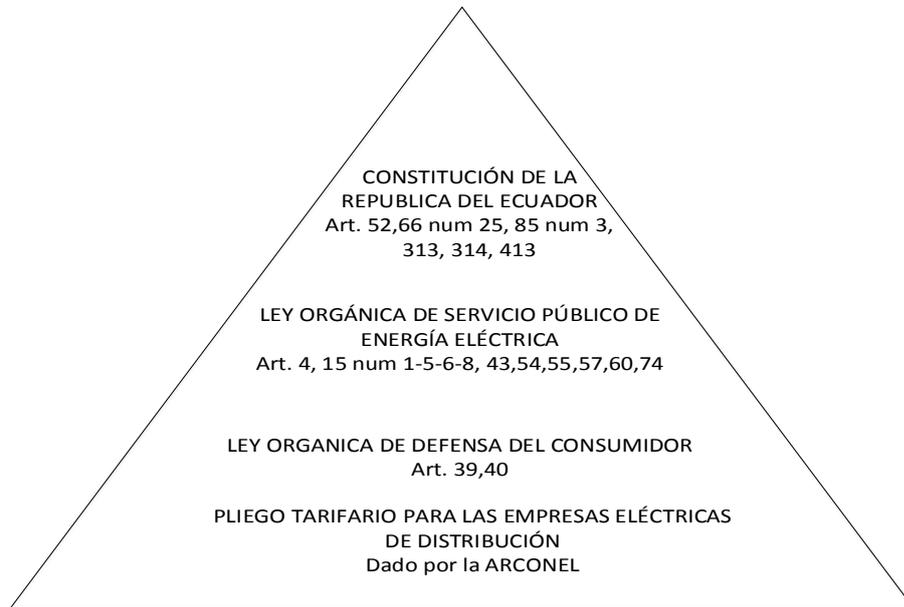


Figura 2.8 Normativa Ecuatoriana que regula el pliego eléctrico tarifario y la penalización por bajo factor de potencia. (Fuente autores)

El Pliego Tarifario Enero - Diciembre del 2018 es aprobado por el directorio de la ARCONEL mediante las siguientes resoluciones:

- Resolución de la ARCONEL 005/18 del 11 de Enero del 2018
- Resolución de la ARCONEL 003/18 del 05 de Enero del 2018
- Resolución de la ARCONEL 005/17 del 26 de Diciembre del 2017

En el pliego Tarifario, se establecen las categorías generales tarifarias mostradas en la Figura 2.9.

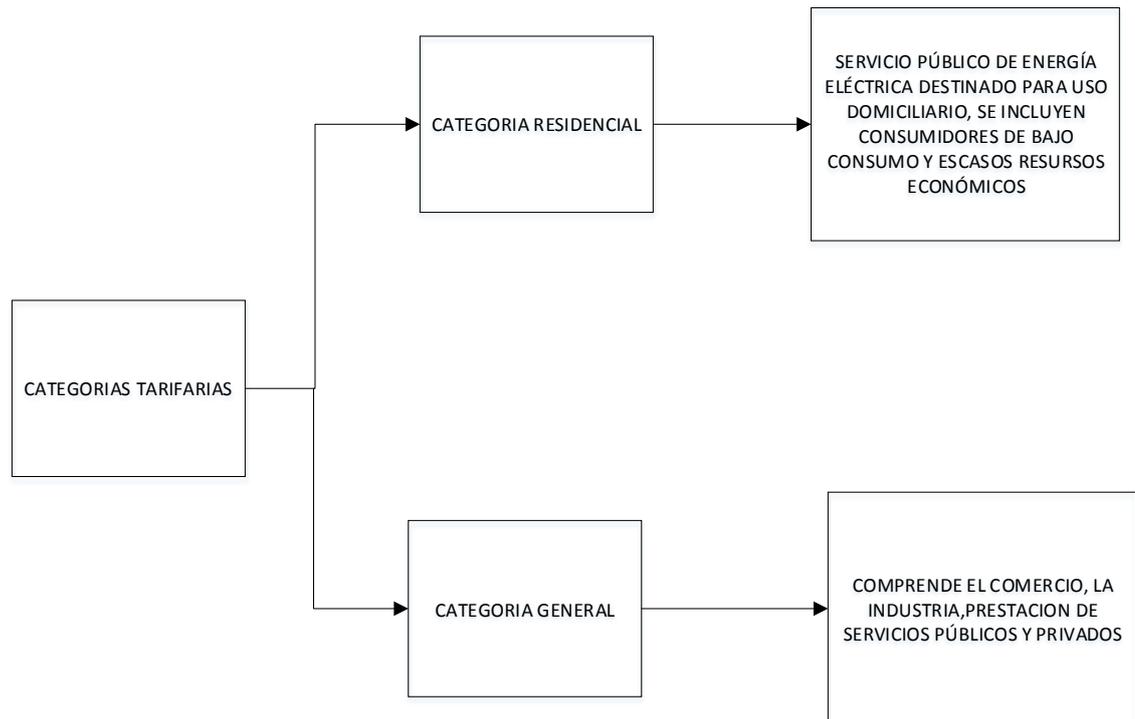


Figura 2.9 Calificación general de la tarifa eléctrica.
(ARCONEL, 2018)

La clasificación tarifaria en función del nivel de voltaje se observa en la Figura 2.10.

Según la ARCONEL, la clasificación de voltajes es la que se muestra en la Tabla 2.2

Tabla 2.2. Clasificación de los niveles de voltaje.
(ARCONEL, 2018)

Nivel de voltaje		
Bajo voltaje	$V < 0,6 \text{ KV}$	
Medio voltaje	$0,6 \text{ KV} \leq V \leq 40 \text{ KV}$	
Alto Voltaje	grupo 1	$40 \text{ KV} \leq V \leq 138 \text{ KV}$
	grupo2	$V > 138 \text{ KV}$

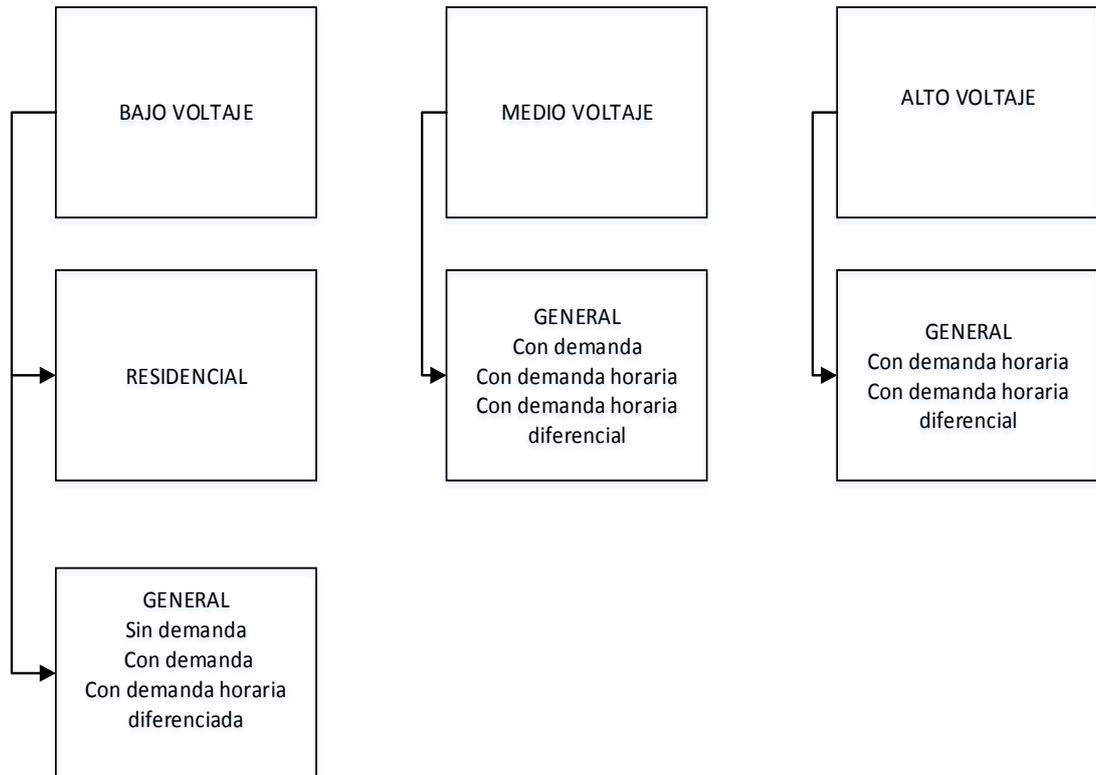


Figura 2.10 Calificación de la tarifa eléctrica, según el nivel de voltaje. (ARCONEL, 2018)

Se aplica para aquellos consumidores de la categoría general, con medición de energía reactiva, para lo cual se debe considerar.

2.10. PENALIZACIÓN POR BAJO FACTOR DE POTENCIA

Según el Pliego Tarifario para las empresas eléctricas de distribución dado por la ARCONEL del 2018, la penalización del factor de potencia aplica para los consumidores de categoría general con medición de energía reactiva, cuando el valor medio del factor de potencia sea inferior a 0,6, para lo cual se considera la Ecuación 2.11.



$$FP_r = \left\{ \begin{array}{l} P_{BFp} = 0 \text{ si } FP_r \geq 0.92 \\ P_{BFp} = B_{Fp} \times FSPEE_i \quad \text{si } FP_r < 0.92 \rightarrow B_{Fp} = \frac{0.92}{FP_r} - 1 \end{array} \right\}$$

Ecuación 2.11 Cálculo del factor de penalización.
(ARCONEL, 2018)

Donde:

FP_r = Factor de potencia registrado

P_{BFp} = Penalización por el bajo factor de potencia

B_{Fp} = Factor de penalización

$FSPEE_i$ = Factura por servicio público de energía inicial

El proceso de facturación se aplica según la Ecuación 2.12.

$$FSPEE_i = E + P + PIT + C + P_{BFp}$$

Ecuación 2.12 Valor de facturación por servicio público de energía eléctrica (ARCONEL, 2018)

Donde:

$FSPEE_i$ = Factura por servicio público de energía inicial -USD

E = Energía

P = Demanda de Potencia



PIT = Pérdidas en transformadores

C = Comercialización

P_{BFP} = Penalización por el bajo factor de potencia

En la facturación, la empresa distribuidora tiene la obligación de tomar las lecturas a los consumidores que están regulados y registrados, "sobre la base de mediciones directas y mensuales, que corresponden a periodos de lecturas mayor o igual a 28 días y menor o igual a 33 días, de modo que se emitan como máximo doce facturas al año". (ARCONEL, 2018).

2.11. ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE PENALIZACION POR BAJO FACTOR DE POTENCIA

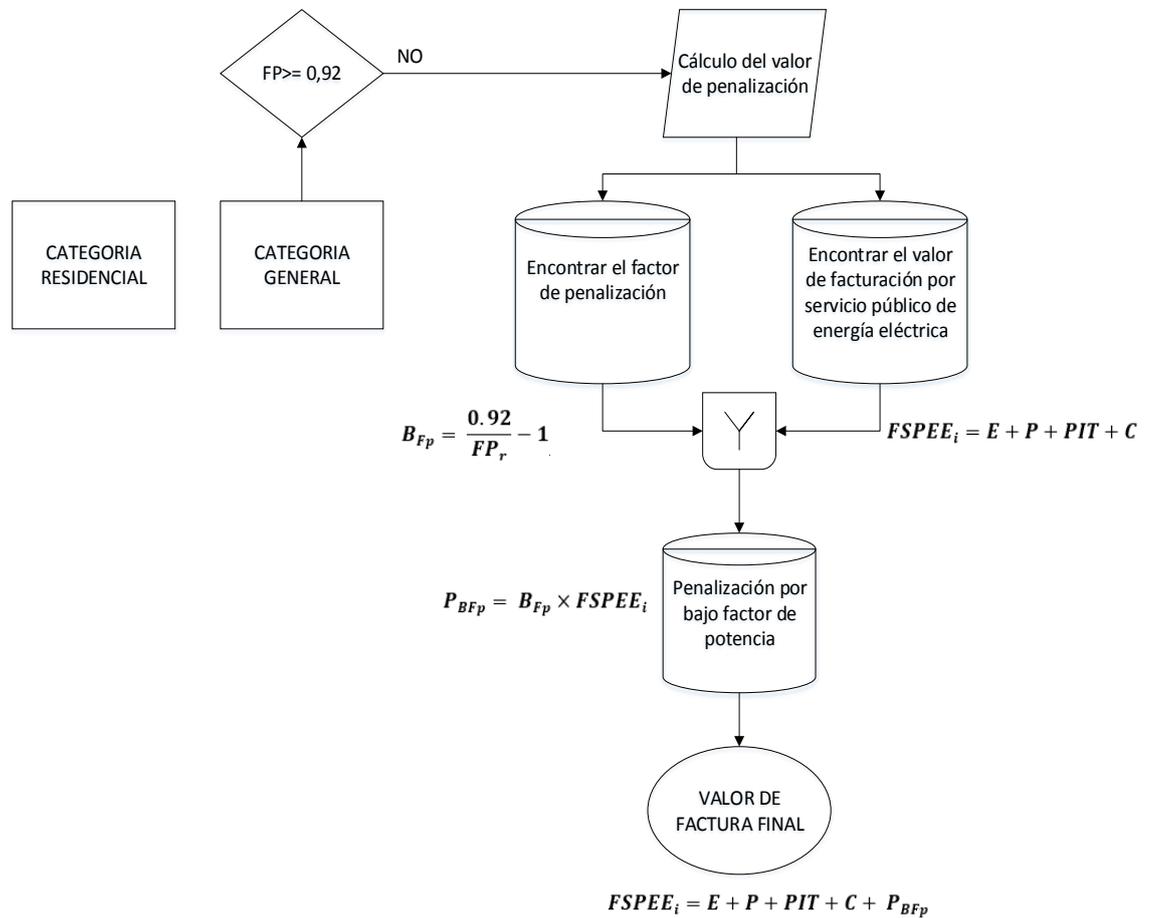


Figura 2.11 Algoritmo para el cálculo de penalización por bajo factor de potencia. (ARCONEL, 2018)

CAPÍTULO 3

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CNEL – EP U.N. SUCUMBIOS

3.1. INFORMACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS TARIFAS DE GRANDES CLIENTES

La cobertura de energía eléctrica en el país ascendió del 93,35% en el año 2007 al 97,24% en el año 2016, así lo muestran las estadísticas anuales y multianuales de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). Si bien este es un logro importante del Gobierno Nacional, para la población general, como se presenta en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Indicadores de cobertura eléctrica (MEER, 2015)

Cobertura anual del servicio eléctrico										
Regiones y Provincias	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Azuay	96,88%	97,16%	97,41%	97,56%	97,52%	97,76%	98,15%	98,76%	98,79%	98,81%
Bolívar	85,16%	86,18%	87,14%	88,21%	89,03%	89,73%	90,68%	90,85%	91,03%	91,07%
Cañar	95,00%	95,49%	95,59%	95,69%	96,79%	96,89%	96,99%	97,09%	97,19%	96,24%
Carchi	96,66%	96,93%	97,03%	97,13%	97,23%	97,33%	97,43%	97,53%	97,63%	99,11%
Cotopaxi	89,06%	89,81%	90,91%	92,01%	93,11%	94,21%	95,31%	96,41%	97,51%	96,97%
Chimborazo	91,36%	91,58%	92,68%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	93,89%
Imbabura	95,06%	95,70%	95,80%	95,90%	96,00%	96,10%	96,20%	96,30%	96,40%	98,31%
Loja	91,67%	92,81%	93,91%	94,91%	96,01%	97,11%	98,21%	99,21%	99,31%	99,40%
Pichincha	98,69%	98,85%	99,05%	99,15%	99,25%	99,35%	99,45%	99,55%	99,65%	99,53%
Tungurahua	96,13%	96,35%	96,55%	96,75%	96,95%	97,15%	97,35%	97,55%	97,75%	99,50%



Santo Domingo	94,44%	95,02%	95,22%	96,42%	96,62%	96,82%	97,02%	97,22%	97,42%	98,93%
Región Sierra	95,69%	96,08%	96,43%	96,91%	97,38%	97,78%	98,00%	98,48%	98,50%	98,47%
El Oro	96,78%	97,04%	97,28%	97,38%	96,09%	96,64%	97,54%	98,18%	98,22%	98,25%
Esmeraldas	85,38%	86,53%	87,60%	89,03%	85,38%	85,38%	85,38%	85,38%	91,54%	92,56%
Guayas	95,21%	95,31%	95,41%	95,51%	95,61%	95,71%	95,81%	95,91%	96,03%	96,08%
Los Ríos	89,58%	89,68%	90,78%	90,88%	90,98%	91,08%	91,18%	91,28%	96,39%	98,40%
Manabí	88,33%	88,33%	89,16%	89,26%	91,36%	92,46%	93,56%	94,66%	97,51%	97,69%
Santa Elena	88,72%	88,72%	89,38%	90,42%	88,90%	92,90%	92,83%	90,81%	91,84%	92,00%
Región Costa	92,51%	92,94%	93,34%	93,82%	95,76%	96,90%	96,16%	96,07%	96,36%	96,40%
Morona Santiago	71,76%	73,76%	74,96%	78,16%	77,16%	83,87%	85,25%	90,95%	92,06%	93,11%
Napo	82,67%	84,70%	86,50%	87,36%	87,13%	88,22%	86,97%	88,95%	88,95%	89,99%
Pastaza	80,03%	80,98%	81,93%	82,88%	81,93%	81,43%	81,93%	87,09%	88,49%	88,54%
Zamora Chinchipe	84,65%	85,85%	87,15%	89,15%	94,15%	96,15%	97,15%	99,15%	99,45%	97,21%
Sucumbíos	80,13%	81,51%	82,83%	86,41%	88,51%	89,70%	95,26%	96,11%	96,15%	96,30%
Orellana	76,14%	76,71%	81,01%	83,07%	87,46%	92,61%	97,94%	98,11%	98,58%	98,68%
Región Amazónica	78,14%	80,22%	81,01%	83,89%	85,53%	88,61%	91,44%	93,70%	94,29%	94,47%
Galápagos	98,93%	99,13%	99,28%	99,50%	99,34%	99,48%	99,67%	99,67%	99,81%	98,93%
Región Insular	98,93%	99,13%	99,28%	99,50%	99,34%	99,48%	99,67%	99,67%	99,81%	99,83%
Zonas en estudio	77,96%	79,19%	80,38%	81,73%	79,16%	85,74%	86,61%	83,08%	91,62%	92,31%
Total, Nacional	93,35%	93,80%	94,22%	94,78%	96,01%	96,90%	96,77%	97,04%	97,18%	97,24%

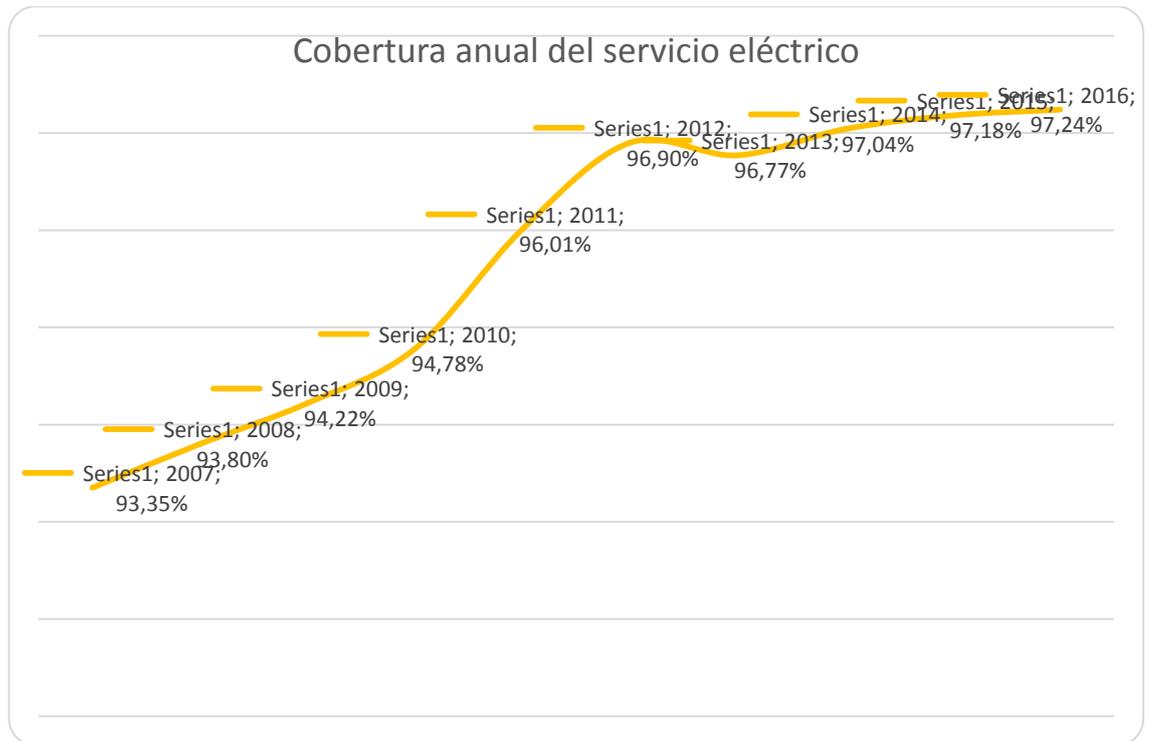


Figura 3.1 Indicadores de cobertura eléctrica (MEER, 2016)

En la tabla 3.1 y figura 3.1 se observa el aumento de la cobertura de energía eléctrica en el país. Nuestro campo de análisis se sitúa en la provincia de Orellana.

A continuación, se realiza una evaluación y diagnóstico en base a la información organizacional, técnica, comercial y económica de la Unidad CNEL Sucumbíos necesaria para el desarrollo del proyecto.

3.2. PROVINCIA DE ORELLANA



Figura 3.2 Provincia de Orellana (EDUPEDIA, 2018)

En la figura 3.2, se observa la Provincia Orellana, ubicada en la Región Centro Norte del Ecuador, la capital de la provincia es El Coca más conocida como el Coca. Es una de las provincias más nuevas del país, signada con el número 22, pues fue creada en 1998 al ser separada de Napo. Inicialmente su nombre iba a ser provincia de Amazonas, pero ante un potencial reclamo de Perú se decidió denominarla Orellana. La población es de 136.396 habitantes; sus habitantes nativos pertenecen principalmente a las nacionalidades Waorani, Schuar y Kichua.

3.2.1. Descripción



La provincia de Orellana, conocida como la Provincia Ecológica del Ecuador es la más joven del país. Entre sus riquezas se encuentra el petróleo y la madera, además cuenta con una selva exuberante, paisajes encantadores, flora y fauna exclusiva y conocida en todo el mundo. Sus habitantes nativos pertenecen principalmente a las nacionalidades Waorani, Schuar y Kichua. La provincia tiene una superficie de 20.733 km².

Entre sus principales atractivos se puede mencionar el Parque Nacional Yasuní, declarado por la UNESCO como Reserva de Biósfera, el volcán Sumaco rodeado de una extensa biodiversidad y un mirador natural de la meseta amazónica. Coca es un centro turístico, lugar donde se encuentra la Catedral de Nuestra Señora del Carmen, la Laguna de Taracea, el complejo turístico SamanaHuasi, el museo de Cicame, el jardín botánico Mushu Yura, Pañacocha y el Río Napo son parte de sus atractivos.

La Provincia de Orellana es también la única provincia amazónica que no tiene fronteras con una provincia de la serranía ecuatoriana. La cuenca del río Napo es una de las más importantes de la región amazónica y del país; numerosas comunidades indígenas están asentadas en sus riberas, sus dos principales afluentes: Coca, en las estribaciones de la cordillera Oriental; y el río Aguarico en plena selva Amazónica. Estos afluentes vendrían a ser el principal sistema hídrico de la Provincia.

3.3. CNEL Sucumbíos



A continuación, se enumera los cantones y parroquias que comprende la concesión de CNEL Sucumbíos.

Provincia de Sucumbíos

- Lago Agrio: Dureno, Nueva Loja, El Eno, Pacayacu, General Farfán, Santa Cecilia, Jambelí
- Shushufindi: Shushufindi, San Pedro, Siete de Julio
- Gonzalo Pizarro: Lumbaquí, Gonzalo Pizarro, El Reventador
- Cascales: El Dorado de Cascales, Sevilla
- Puerto el Carmen: Puerto el Carmen
- Tarapoa: Tarapoa

Provincia de Orellana

- Francisco de Orellana: Puerto Francisco de Orellana, La Belleza, Nuevo Paraíso, El Dorado, San José de Guayusa, Taracoa, Dayuma, Inés Arango, San Luis de Armenia
- Joya de los Sachas: Joya de los Sachas, Enokanki, San Carlos, San Sebastián del Coca, Pompeya, Unión Milagreña, Rumipamba
- Loreto: Loreto, San José de Payamino, Puerto Murialdo, Ávila Huiruno, San José de Dahuano, Huaticocha

- Aguarico: Nueva Rocafuerte y Tiputini

3.4. Datos técnicos de los abonados de Tarifa Industrial en Bajo y Medio Voltaje.

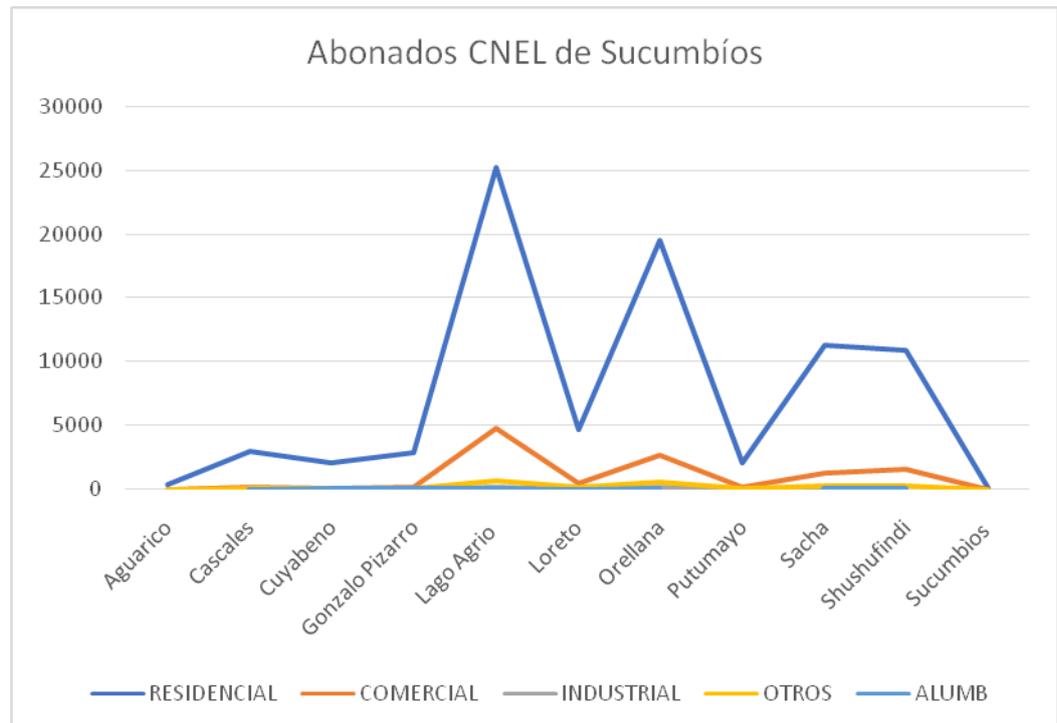


Figura 3.3 Abonados CNEL Sucumbíos(fuente Autores)

La Figura 3.3 – 4.4 y Tabla 3.2 se muestra el número de abonados que posee la CNEL EP Sucumbíos, con sus diferentes tipos, el Trabajo de titulación, se centrar en los abonados industriales. La provincia de Orellana posee alrededor de **143** clientes industriales que en porcentaje es del 0,6% del total de abonados a nivel del área de concesión de CNEL EP Sucumbíos.

Tabla 3.2 Abonados CNEL Sucumbíos (fuente CNEL Sucumbíos)

Rótulos de fila	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL
Aguarico	355	45	0
Loreto	4720	542	30
Francisco Orellana	19486	2708	46
Sacha	11337	1273	67
Total general	82180	11666	143

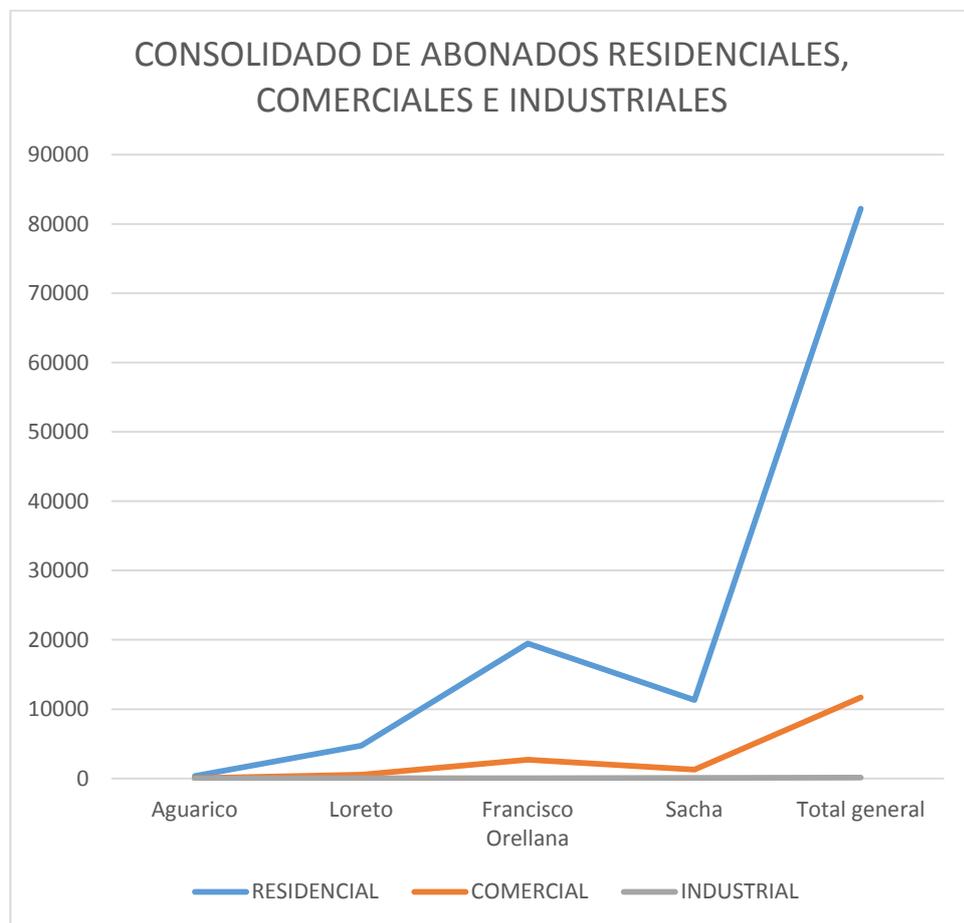


Figura 3.4 Consolidado de abonados residencial, comercial e industrial CNEL Sucumbíos(fuente Autores)



3.5. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA CADA ABONADO DE TARIFA INDUSTRIAL EN BAJO Y MEDIO VOLTAJE CON REGISTRO DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA, INFERIOR A 0,92

En el apartado anterior se detalla el total de abonados industriales de la Provincia de Orellana, que es de 143, a continuación, se realizar un levantamiento de dichos abonados.

Cada abonado industrial utiliza en promedio unos 32kW de potencia multiplicado por el número de abonados da como resultado un aproximado de 4,6 GW, que esta provincia consume por mes. Los abonados poseen las cargas eléctricas descritas en la Tabla 3.3, que son un estimado de los equipos que disponen cada uno de los clientes que al momento están afectados por la penalización en el factor de potencia.

Tabla 3.3 Tipos de cargas de los abonados industriales
(fuente CNEL Sucumbíos)

Carga	Cantidad	Potencia Unitaria	Potencia Total
Balanza electrónica	8	10	80
Fluorescentes 2x40	18	80	1440
Luces de emergencia	10	20	200
Motores de 1/2 HP	6	373	2238
Reflectores	7	500	3500
Lámparas de mercurio	5	400	2000
Empacadoras	1	735	735
Computadoras	10	300	3000
Impresoras	3	120	360
Bomba de agua 3/4 HP	2	560	1120
Televisor	2	125	250
Foco ahorrador	20	24	480
Esmeril	1	466	466
Taladro	2	650	1300
Amoladora	1	2300	2300
Suelda	1	5000	5000
Refrigeradora	4	300	1200
Ventilador	4	40	160
Radio	2	45	90
Microondas	2	1100	2200
UPS	2	800	1600
Dispensador de agua	5	500	2500
		TOTAL	32219

3.6. ANÁLISIS DE LA RED ELÉCTRICA

La red eléctrica es un conjunto de elementos interconectados para suministrar energía eléctrica desde las centrales de generación a los puntos de consumo. Los elementos principales de una red eléctrica son los que permiten, disfrutar de este tipo de energía en nuestros hogares.

3.6.1. Red Pública

Para poder demostrar la penalidad en la que están los diferentes tipos de abonados que forman parte de la red de distribución de CNEL Sucumbíos, tomando como muestra el análisis de uno de los clientes que se ve afectado con esta penalización, teniendo en cuenta las corrientes.

El cliente Sinopec Service, con un medidor especial de forma 10A, con número 15030294-ELS, presenta los siguientes consumos de energía.



Figura 3.5 Consumo de Potencia Activa, abonado Sinopec Service (fuente Autores)

En la figura 3.5 se observa el consumo de potencia activa del abonado Sinopec Service, que tiene un promedio de 10880 W.



Figura 3.6 Consumo de Potencia Reactiva, abonado Sinopec Service (fuente Autores)

La Figura 3.6 se considera la potencia reactiva del abonado Sinopec Service, que tiene un promedio de 5886 VAR.

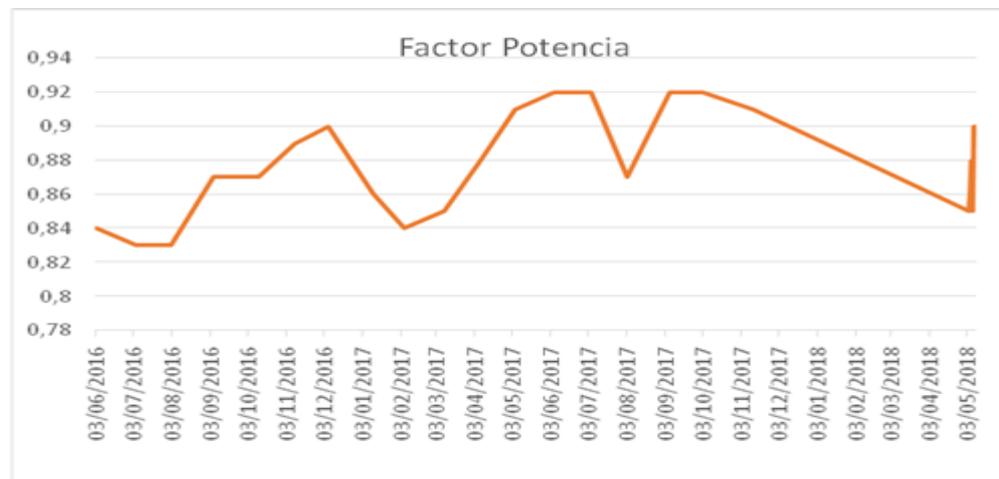


Figura 3.7 Factor de Potencia del abonado Sinopec Service (fuente Autores)

La Figura 3.7 se estudia cómo ha ido variando el factor de potencia desde el 2016 hasta el 2018, del abonado Sinopec Service, que tiene un promedio de 0,88.

Este tipo de abonado son los que van a intervenir en el trabajo de titulación, donde se conocerá cuáles son las causas para que tengan dicho factor de potencia bajo.

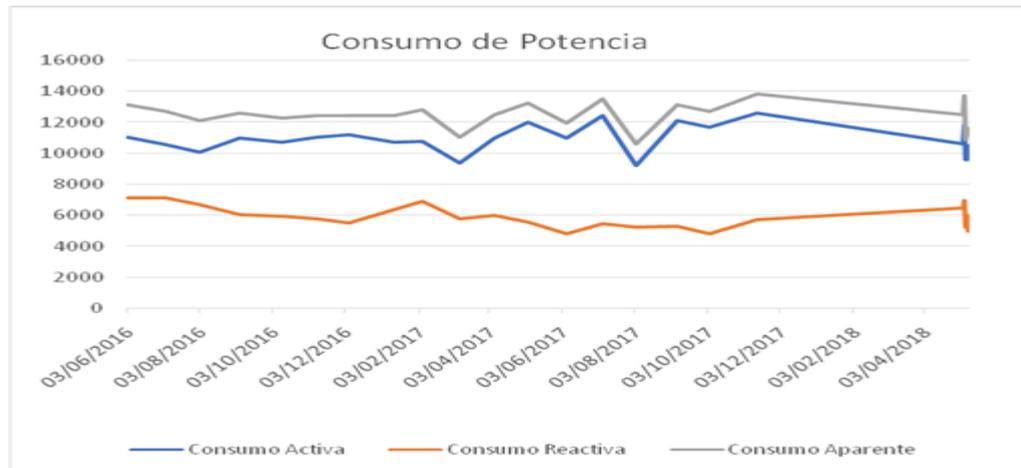


Figura 3.8 Consumo de Potencia, abonado Sinopec Service con rectificación del factor de potencia (fuente Autores)

En la Figura 3.8 se observa el consumo de potencia del abonado Sinopec Service, donde se nota una reducción de la potencia reactiva, resultado de la rectificación del factor de potencia.

3.7. Análisis de parámetros eléctricos

Con el fin de conocer el estado y la operación de las instalaciones eléctricas de todos los usuarios industriales de la provincia, se realiza el monitoreo de parámetros eléctricos en circuitos alimentadores y derivados, utilizando un Analizador de Redes Eléctricas Fluke 435 II, capaz de medir corriente hasta de 3000 amperios en circuitos monofásicos, bifásicos y trifásicos en media y bajo voltaje.

3.7.1. Descripción de actividades

Dentro del proceso de ejecución del tema investigativo, se toma en cuenta una serie de pasos para poder registrar las diferentes actividades, las cuales deben tener un orden cronológico y secuencial, para el análisis correcto de cada una de las etapas de estudio de toda el área de concesión de CNEL Sucumbíos, con las diferentes variables que se pueden dar en cada uno de los alimentadores a los distintos tipos de abonados.

Se detalla cada uno de los parámetros a seguir:

- Registro de datos del circuito el cual se va a monitorear
- Programación e instalación del Analizador de Redes, para monitorizar el comportamiento de las diferentes cargas

Medición y registro de los parámetros siguientes:

- Frecuencia (Hz)
- Voltaje por fase y entre fases (V)
- Corriente por fase (A)
- Desbalanceo en voltaje y en corriente (%)
- Potencia activa por fase y trifásica (kW)
- Potencia inductiva por fase y trifásica (kVAR)



- Potencia capacitiva por fase y trifásica (kVAR)
- Factor de potencia por fase
- Energía activa (kWh), reactiva inductiva (kVARLh) y reactiva capacitiva (kVARCh).
- Distorsión armónica en voltaje (V_{thd})
- Distorsión armónica en corriente (I_{thd})
- Perfil armónico en voltaje (%)
- Perfil armónico en corriente (%)

Desinstalación del analizador y descarga de datos en PC, para luego proceder a su respectivo análisis.

Entrega de constancia de servicio realizado a cada abonado.

3.8. Factor de potencia de motores eléctricos

3.8.1. Motores monofásicos y trifásicos

Se definen tres tipos de potencias encontradas en cargas inductivas y capacitivas, cuando están siendo alimentadas por una red de corriente alterna.

Potencia real o actica (P), es aquella cuando el producto del voltaje y la corriente es positivo, es aquella potencia disponible para realizar un trabajo. Se mide en Watt (W).



$$P = V \cdot I \cdot \cos \Phi$$

Ecuación 3.1 Potencia activa (Chapman, 2004)

Potencia reactiva (Q), es aquella cuando el producto del voltaje y la corriente es negativo, es aquella potencia que regresa a la línea. Se mide en Volt Ampere Reactivo (VAR).

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \Phi$$

Ecuación 3.2 Potencia reactiva (Chapman, 2004)

Potencia aparente (S), es el producto entre el voltaje de línea y la corriente de línea. Se mide en Volt Ampere (VA).

$$S = V \cdot I$$

Ecuación 3.3 Potencia aparente (Chapman, 2004)

Factor de potencia (FP), es el que indica que parte de la potencia aparente (S) es potencia real o activa (P) y puede variar desde 1 cuando el ángulo de fase ϕ es 0° , a 0 cuando el ángulo de fase ϕ es 90° .

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{V \cdot I \cdot \cos \Phi}{V \cdot I} = \cos \Phi$$

Ecuación 3.4 Factor de potencia (Chapman, 2004)

Potencia real en motores monofásicos

$$P = V_L \cdot I_L \cdot \cos \Phi$$

Ecuación 3.5 Potencia real motor monofásico
(Chapman, 2004)



Potencia real en motores trifásicos

$$P = \sqrt{3} V_L \cdot I_L \cdot \cos \Phi$$

Ecuación 3.6 Potencia real motor trifásico (Chapman, 2004)



CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA

4.1. ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se realiza una estimación y diagnóstico con base a la información proporcionada por la CNEL Sucumbíos y el centro de atención que se encuentra en la Provincia de Orellana, tomando en cuenta su organización, técnica, comercial y económica de la Unidad CNEL Sucumbíos necesaria para el desarrollo del trabajo de titulación.

4.2. MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

El método de trabajo consiste en recabar información sobre los temas propuestos en los objetivos particulares, es decir, esencialmente en lo relativo a la corrección del factor de potencia al menor costo, reducción de las pérdidas de energía, establecer las diferencias técnicas y económicas antes y después del proyecto y presentar varias situaciones costo - beneficio para la selección del proyecto más conveniente.



4.3. SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN

4.3.1. Líneas de subtransmisión

Una línea de transmisión eléctrica es básicamente el medio físico por el cual se realiza la transmisión y distribución de la energía eléctrica, está constituida por: conductores, estructuras de soporte, aisladores, accesorios de ajustes entre aisladores y estructuras de soporte, y cables de guarda (usados en líneas de alta voltaje, para protegerlas de descargas atmosféricas); es de suma importancia el estudio de las características eléctricas en los conductores de las líneas, estas abarcan los parámetros impedancia y admitancia, la primera está conformada por la resistencia y la inductancia uniformemente distribuidas a lo largo de la línea y se representa como un elemento en serie.

La segunda está integrada por la susceptancia y la conductancia y en este caso se representa como un elemento en paralelo, la conductancia representa las corrientes de fuga entre los conductores y los aisladores, esta es prácticamente despreciable por lo que no es considerado un parámetro influyente, las características tanto de los elementos físicos como eléctricos se exponen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Parámetros Eléctricos de las Líneas de Subtransmisión de CNEL Sucumbíos (fuente CNEL (Sucumbíos))

Nombre de líneas	Nodo destino	longitud Km	Calibre	# de hilos	R0 línea Ω /Km	R1 línea Ω /Km	X0 línea Ω /Km	X1 línea Ω /Km	PROVINCIA
ORELLANA_PAYAMINO	COCA	0,5	266,8 MCM	26Al/7S †	0,501 6	0,217 6	1,684 8	0,456 6	ORELLANA
ORELLANA-SACHA	SACHA	29,6	266,8 MCM	26Al/7S †	0,501 6	0,217 6	1,684 8	0,456 6	ORELLANA
SACHA- JIVINO	JIVINO	11,9	266,8 MCM	26Al/7S †	0,501 6	0,217 6	1,684 8	0,456 6	SUCUMBÍOS-ORELLANA
JIVINIO -SHUSHUFINDI	SHUSHUFINDI	20	266,8 MCM	26Al/7S †	0,501 6	0,217 6	1,684 8	0,456 6	SUCUMBÍOS
JIVINO_CELEC-JIVINO CNEL	JIVINO CNEL	8	266,8 MCM	26Al/7S †	0,501 6	0,217 6	1,684 8	0,456 6	SUCUMBÍOS
JIVINO_CELEC-LAGO	Lago Agrío	23	266,8 MCM	26Al/7S †	0,501 6	0,217 6	1,684 8	0,456 6	SUCUMBÍOS
LAGO-CELSE-CASTELLANOS	CELSE CASTELLANOS	5	300 MCM	12Al/7S †	0,482 7	0,198 6	1,691 5	0,463 3	SUCUMBÍOS
CELSE CASTELLANOS-LUMBAQUI	LUMBAQUI	51	300 MCM	12Al/7S †	0,482 7	0,198 6	1,691 5	0,463 3	SUCUMBÍOS
SHUSHUFINDI- TARAPOA	TARAPOA	41	300 MCM	12Al/7S †	0,482 7	0,198 6	1,691 5	0,463 3	SUCUMBÍOS

4.3.2. Transformadores de potencia de la CNEL Sucumbíos

Hace algo más de un siglo que se inventó el Transformador. Este dispositivo ha hecho posible la distribución de energía eléctrica a todos los hogares, industrias, y demás. Si no fuera por el transformador tendría que acortarse la distancia que separa a los generadores de electricidad de los consumidores.

Todos los valores de kVA referidos en la Tabla 4.2, son valores del fabricante que pueden ser elaborados a diferentes niveles de voltaje, como se analiza en la Tabla 4.2, sin embargo, comúnmente los tamaños más pequeños se aplican a voltajes más bajos y los tamaños más grandes a voltajes más altos.

A pesar de que los consumos de energía eléctrica no son iguales, sus cargas eléctricas son muy similares. Por ello se debe calcular adecuadamente la dimensión del transformador y con ello asegurar que este sea el adecuado. Como se puede observar en la Tabla 4.2 la CNEL de Sucumbíos, posee un total de 11 transformadores de diferentes marcas, el proyecto se enfoca en los transformadores de Payamino, Sacha y Loreto.

Los transformadores anteriormente mencionados pertenecen a la provincia de Orellana, que son en total 4 transformadores de diferentes marcas, con el mismo voltaje, lo que cambia es su capacidad, esto se debe a que en el transformador de Payamino posee un mayor número de abonados, una parte de ellos industriales.

Tabla 4.2 Transformadores que posee la CNEL Sucumbíos (fuente CNEL Sucumbíos)

Nombre de la Subestación	Transformador	Marca	Voltaje (KV)			CAPACIDAD DE REFRIGERACION (MVA)			Provincia
			PRIM	SEC	TERC	OA	FA	FOA	
Lago Agrio	2	SIEMENS	69	13,8		15	20	25	SUCUMBÍOS
		CENEMESA	69	13,8		10	12,5		
Payamino	2	SIEMENS	69	13,8		15	20	25	ORELLANA
		CROMPTON GREAVES	69	13,8		10	12,5		
Shushufindi	1	CROMPTON GREAVES	69	13,8		10	12,5		SUCUMBÍOS
Jivino	1	CENEMESA	69	13,8		12	16		SUCUMBÍOS
Celso Castellanos	1	CROMPTON GREAVES	69	13,8		5	6,25		SUCUMBÍOS
Sacha	1	CROMPTON GREAVES	69	13,8		10	12,5		ORELLANA
Tarapoa	1	CENEMESA	69	13,8		10	12,5		SUCUMBÍOS
Lumbaqui	1	LSIS	69	13,8		5	6,25		SUCUMBÍOS
Loreto	1	SHENDA	69	13,8		10	12,5		ORELLANA

4.3.3. Alimentadores

Circuito normalmente conectado a una estación receptora, que suministra energía eléctrica a uno o varios servicios directamente a varias subestaciones distribuidoras.

Un alimentador eléctrico es un conductor que como su nombre indica es el encargado de suministrar toda la corriente que un grupo de cargas consume. Coloquialmente se puede decir que es el conductor principal que viene del transformador para alimentar un edificio y llega hasta el interruptor general en el centro de cargas.

La provincia de Orellana cuenta con un total de 15 alimentadores, con un voltaje de 13,8 kV y un factor de potencia promedio de 0,90, existen 3 alimentadores que no están activos esto se debe a que se encuentran en mantenimiento.

En la tabla 4.3 también se puede observar los valores de demanda mínima, media y máxima de cada uno de ellos y el factor de potencia.

De la Tabla 4.3 se deduce que el factor de potencia está por debajo del nivel aceptable y se ve observa un incremento de potencia, la CNEL de Sucumbíos, para conseguir una mayor eficiencia de su red, requieren que los usuarios, especialmente aquellos que utilizan grandes potencias, mantengan los factores de potencia de sus respectivas cargas dentro de límites especificados. En la tabla 4.4 se presentan los valores de corriente y potencia de cada alimentador; así también se



muestra el porcentaje de carga y como se va a comportar el alimentador en un mes específico como es el caso del mes de junio.

Tabla 4.3 Alimentadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos)

UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Demanda Mínima [MW]	Demanda Media [MW]	Demanda Máxima [MW]	Demanda Máxima [MVA]	Voltaje [kV]	FACTOR DE POTENCIA
Sucumbíos	PAYAMINO	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	1,280	2,062	2,823	3,208	13,8	0,88
		20PY020T13	COCA 03 (021_6)	0,741	1,309	2,041	2,319	13,8	0,88
		20PY020T22	LORETO (021_3)	0,840	1,206	2,079	2,363	13,8	0,88
		20PY020T21	PUCUNA 01 (021_9)	0,897	1,929	3,070	3,301	13,8	0,93
		DSCA022	COCA 4	0,000	0,000	0,000	0,000	13,8	0,87
		DSCA024	LORETO 2	0,000	0,000	0,000	0,000	13,8	0,88
		DSCA012	PUCUNA 2	0,000	0,000	0,000	0,000	13,8	0,87
Sucumbíos	SACHA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	0,812	1,236	1,844	2,095	13,8	0,88
		20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	0,382	0,586	0,933	1,072	13,8	0,87
		20SA070T13	SACHA 3 (071_3)	1,122	1,592	2,434	2,735	13,8	0,89
		20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	1,182	1,600	2,475	2,750	13,8	0,90
Sucumbíos	LORETO	20LO090T11	LORETO 1	0,459	0,917	1,403	1,477	13,8	0,95
		20LO090T12	LORETO 2	0,139	0,291	0,537	0,571	13,8	0,94

La rectificación del factor de potencia debe ser realizada de una forma cuidadosa con el objeto de mantenerlo lo más alto posible. Es por ello que en los casos de grandes variaciones en la composición de la carga es preferible que la corrección se realice por medios automáticos.

En la tabla 4.5 se presentan los valores de potencia de cada transformador que alimenta a la provincia de Orellana, el factor de potencia y su demanda máxima del mes y su cargabilidad.

La tabla 4.6, nos presenta los nombres de todos los alimentadores que pertenecen a la provincia de Orellana, también la demanda máxima, media y mínima los más relevante su factor de potencia.

El alimentador de la subestación Payamino #20PY020T14, de nombre VIA AL AUCA (021-5), tiene los mayores índices de demanda y de factor de potencia debido a que, da energía a un grupo de abonadas industriales de la provincia.



Tabla 4.4 Voltajes de los alimentadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos)

No.	UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	Corriente Máxima [A]	Fase A [A]	Fase B [A]	Fase C [A]	Potencia Calculada	Corriente Promedio	Fase A [A] Junio	% de Carga	Fase B[A] Junio	% de Carga	Fase C [A] Junio	% de Carga
6	Sucumbíos	PAYAMINO	134,21	115,35	151,26	136,02	2823,00	123,33	106	85,95%	139	112,70%	125	101,35%
7			190,67	237,48	182,68	151,85	3965,00	167,00	208	124,55%	160	95,81%	133	79,64%
8			194,68	171,19	166,15	246,71	4188,00	154,67	136	87,93%	132	85,34%	196	126,72%
9			97,03	89,39	108,88	92,83	2041,00	84,67	78	92,13%	95	112,20%	81	95,67%
10			98,84	129,65	78,03	88,84	2079,00	82,33	108	131,17%	65	78,95%	74	89,88%
11			138,11	136,25	130,69	147,38	3070,00	99,33	98	98,66%	94	94,63%	106	106,71%
12			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
13			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
30	Sucumbíos	SACHA	87,67	78,16	107,74	77,11	1844,00	83,00	74	89,16%	102	122,89%	73	87,95%
31			44,87	59,58	39,72	35,30	933,00	40,67	54	132,79%	36	88,52%	32	78,69%
32			114,42	123,95	144,08	75,22	2434,00	108,00	117	108,33%	136	125,93%	71	65,74%
33			115,05	114,35	124,93	105,88	2475,00	108,67	108	99,39%	118	108,59%	100	92,02%
34	Sucumbíos	LORETO	61,79	52,82	67,77	64,78	1403,00	62,00	53	85,48%	68	109,68%	65	104,84%
35			23,90	21,16	23,51	27,03	537,00	20,33	18	88,52%	20	98,36%	23	113,11%
											1.165,000		1.079,000	



Tabla 4.5 Potencia de los transformadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos)

UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	Transformador	[MVA] OA	[MVA] FOA	DEMANDA MAX REGISTRADA MES (MW)	FACTOR DE POTENCIA	CARGABILIDAD OA %	CARGABILIDAD %	FOA %
Sucumbíos	PAYAMINO	T1	15,00	25,00	12,53	0,88	94,92	56,95	12,424
		T2	10,00	12,50	4,84	0,91	53,19	42,55	4,841
Sucumbíos	SACHA	T1	10,00	12,50	7,68	0,89	86,29	69,03	7,677
Sucumbíos	LORETO	T1	10,00	12,50	1,88	0,95	19,79	15,83	1,873
PROMEDIO			45,000	62,500	26,930	0,908	0,635	0,461	6,704



Tabla 4.6 Características de los alimentadores de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos)

UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Demanda Mínima [MW]	Demanda Media [MW]	Demanda Máxima [MW]	FACTOR DE POTENCIA
Sucumbíos	PAYAMINO	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	1,280	2,062	2,823	0,88
		20PY020T12	COCA 02 (021_2)	1,688	2,703	3,965	0,87
		20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	1,937	2,776	4,188	0,90
		20PY020T13	COCA 03 (021_6)	0,741	1,309	2,041	0,88
		20PY020T22	LORETO (021_3)	0,840	1,206	1,836	0,88
		20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	0,897	1,929	2,840	0,93
		DSCA022	COCA 4	0,000	0,000	0,000	0,00
		DSCA024	LORETO 2	0,000	0,000	0,000	0,00
		DSCA012	PUCUNA 2	0,000	0,000	0,000	0,00
Sucumbíos	SACHA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	0,812	1,236	1,844	0,88
		20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	0,382	0,586	0,933	0,87
		20SA070T13	SACHA 3 (071_3)	1,122	1,592	2,475	0,89
		20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	1,182	1,600	2,434	0,90
Sucumbíos	LORETO	20LO090T11	LORETO 1	0,459	0,917	1,403	0,95
		20LO090T12	LORETO 2	0,139	0,291	0,537	0,94



Tabla 4.7 Alimentadores de la provincia de Orellana y sus características (fuente CNEL Sucumbíos)

UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Transformador	[MVA] OA	[MVA] FOA	DEMANDA MAX REGISTRADA MES (MW)	FACTOR DE POTENCIA	CARGABILIDAD OA %	CARGABILIDAD %	FOA %
Sucumbíos	PAYAMINO	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	T1	15,00	25,00	12,534	0,88	13,30%	56,97%	12,424
		20PY020T12	COCA 02 (021_2)								
		20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)								
		20PY020T13	COCA 03 (021_6)								
		20PY020T22	LORETO (021_3)	T2							
		20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)								
		DSCA022	COCA 4								
		DSCA024	LORETO 2								
		DSCA012	PUCUNA 2								
Sucumbíos	SACHA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	T1	10,00	12,50	7,677	0,88	16,28%	69,79%	7,677
		20SA070T12	SACHA 2 (071_2)								
		20SA070T13	SACHA 3 (071_3)								
		20SA070T14	SACHA 4 (071_4)								
Sucumbíos	LORETO	20LO090T11	LORETO 1	T1	10,00	12,50	1,877	0,95	66,60%	15,81%	1,873
		20LO090T12	LORETO 2								
TOTAL					45,00	62,50	26,93	3,61	1,22	1,86	26,82



La tabla 4.7, muestra los nombres de todos los alimentadores y a que transformador pertenecen, también la demanda máxima, su cargabilidad y su factor de potencia. En esta tabla se centra el grupo de alimentadores, que forman un conjunto con el transformador T1, llama la atención al contener mayores niveles de energía y demanda máxima, pero un bajo nivel de factor de potencia, este bajo nivel se debe a los abonados industriales conectados a la red.

4.4. HISTÓRICOS

En esta sección se presentan las tablas, con los resultados del análisis para la proyección de la demanda de la provincia, las cuales se han obtenido del análisis de la información entregada por parte de CNEL – Sucumbíos.

En la Tabla 4.8 y 4.9 se presenta un resumen anual desde el 2006 al 2017 del consumo de todos los abonados de la provincia en mención, como el aumento el número de abonados no solo es residenciales si no el aumento de abonados totales o general.

4.4.1. Corrección de factor de potencia al menor costo

Las razones por las cuales estas cargas producen estos efectos, están asociadas con las leyes propias de los dispositivos y en última instancia con el intercambio energético de los mismos con la red o fuente, como el $\cos \Phi$ depende sólo de la carga, cuanto mayor sea la caída de voltaje de la resistencia en relación con la fuerza electromotriz de la bobina, menor será el ángulo de desfase y por ende mayor el coseno del ángulo, es muy claro



entonces que el máximo $\cos \Phi$ y por ende el menor desfase, corresponde a una carga puramente resistiva (ángulo 0, $\cos \Phi = 1$), mientras que el menor $\cos \Phi$, y por ende el mayor desfase, corresponde a una carga inductiva pura (ángulo 90° , $\cos \Phi = 0$), pero en realidad no existe ninguno de estos extremos, la carga inductiva pura implicaría una bobina sin resistencia eléctrica y la carga resistiva pura implicaría una resistencia sin inductancia, es decir sin campo, lo cual es intrínseco a la corriente, pero podemos acercarnos a estos extremos tanto como se quiera (o se pueda).

Debe quedar claro que el fenómeno fundamental es el desfase, y en particular para las cargas inductivas el atraso de la corriente respecto del voltaje aplicado, y este desfase se podrá medir directamente en grados, en radianes, mediante el seno del ángulo, mediante la tangente del ángulo, o mediante el coseno del ángulo. Cualquiera de éstos sería un parámetro aceptable para la cuantificación del fenómeno.

Tabla 4.8 Consumo de los abonados de la provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos)

AÑO	ENERGÍA FACTURADA POR CATEGORÍA DE CONSUMO (KWH/AÑO)						
	RESIDENCIAL	GENERAL	OTROS + AP	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL
2006	35684	19250	7725	2	10	577	63248
2007	46389	23100	9270	2	12	692	79466
2008	69584	27720	11124	3	14	831	109276
2009	104376	33264	13349	3	17	997	152006
2010	156564	39917	16019	4	21	1196	213720
2011	234845	47900	19222	5	25	1436	303433
2012	352268	57480	23067	6	30	1723	434574
2013	528402	68976	27680	7	36	2067	627169
2014	792603	82771	33216	9	43	2481	911123
2015	1188904	99326	39859	10	52	2977	1331129
2016	1783357	119191	47831	12	62	3573	1954026
2017	2675035	143029	57397	15	74	4287	2879838

Tabla 4.9 Número de abonados de la provincia de Orellana
(fuente CNEL Sucumbíos)

AÑO	CANTIDAD DE USUARIOS POR CATEGORÍA						TOTAL
	RESIDENCIAL	GENERAL	OTROS	MEDIA			
				COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	
2006	7200	6465	1294	998	67	337	16361
2007	7884,0	7079,2	1416,9	1092,8	73,4	369,0	17915,3
2008	8633,0	7751,7	1551,5	1196,6	80,3	404,1	19617,2
2009	9453,1	8488,1	1698,9	1310,3	88,0	442,5	21480,9
2010	10351,2	9294,5	1860,3	1434,8	96,3	484,5	23521,6
2011	11334,5	10177,5	2037,1	1571,1	105,5	530,5	25756,1
2012	12411,3	11144,3	2230,6	1720,3	115,5	580,9	28203,0
2013	13590,4	12203,0	2442,5	1883,8	126,5	636,1	30882,2
2014	14881,5	13362,3	2674,5	2062,7	138,5	696,5	33816,0
2015	16295,2	14631,7	2928,6	2258,7	151,6	762,7	37028,6
2016	17843,2	16021,7	3206,8	2473,3	166,0	835,2	40546,3
2017	19538,3	17543,8	3511,5	2708,2	181,8	914,5	44398,2



Figura 4.1 Crecimiento de los Abonados provincia de Orellana (fuente CNEL Sucumbíos)

La Tabla 4.9, es un resumen de cómo ha aumentado los abonados desde el 2006 al 2017 en sus diferentes categorías, los mismo se presenta en barras en la Figura 4.1.

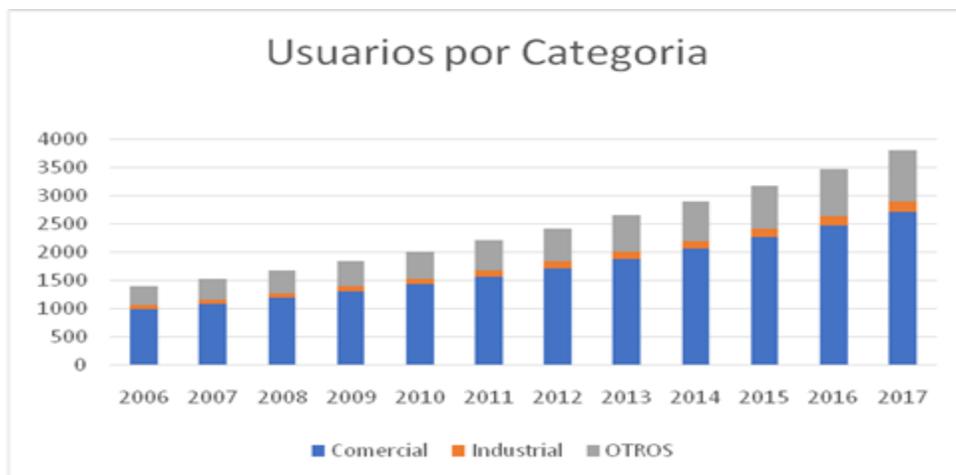


Figura 4.2 Abonados por categoría (fuente CNEL Sucumbíos)



La figura 4.2, se presenta en barras los abonados comerciales e industriales y su crecimiento desde el 2006 al 2017.

Se presenta una tabla resumen de todos los abonados industriales de la provincia de Orellana, de los tres alimentadores de la provincia, además de factor de potencia de los meses de abril, mayo y junio.

La demanda máxima y el voltaje de los abonados industriales de toda el área de concesión se tiene en el Anexo 4.1.

4.5. ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN PAYAMINO

4.5.1. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril - 2018 en la subestación Payamino

La subestación de Payamino, alimenta a 121 abonados industriales, de los cuales 25 tiene un factor de potencia menor a 0,92 y además de poseer un abonado con el más bajo factor de potencia, cuya corrección de factor de potencia se observa en el Anexo 4.2.

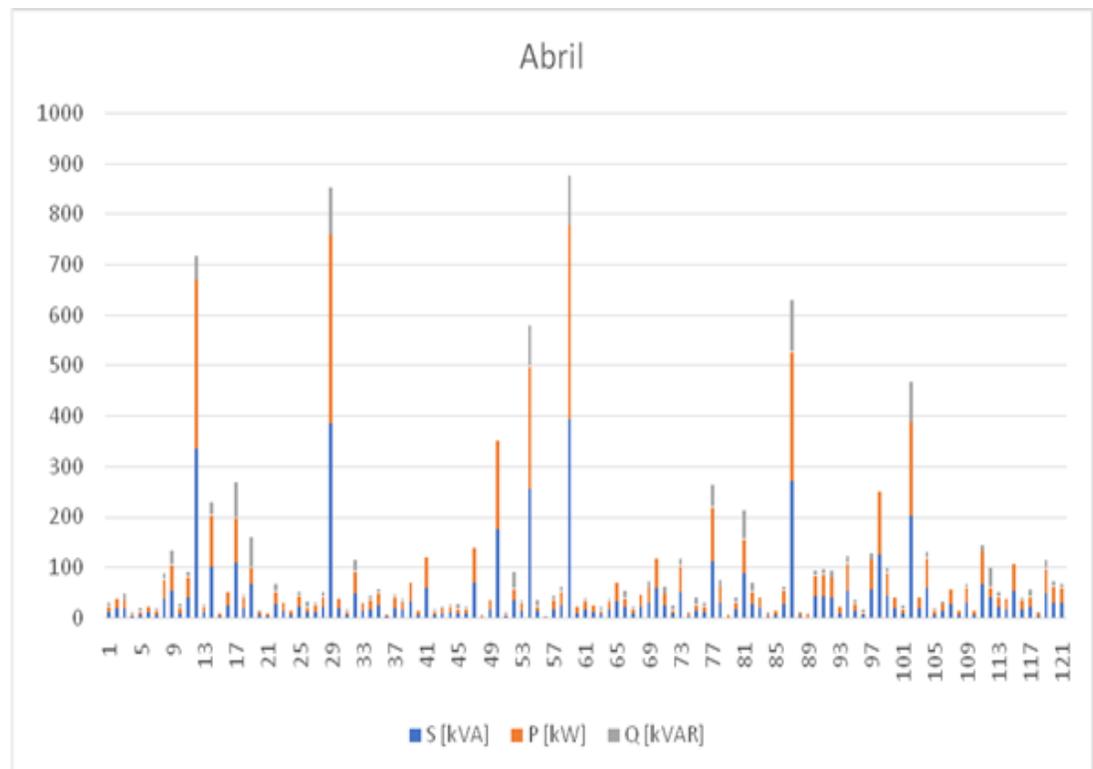


Figura 4.3. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril-2018 subestación Payamino (fuente Autores)

4.5.2. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo – 2018 en la subestación Payamino

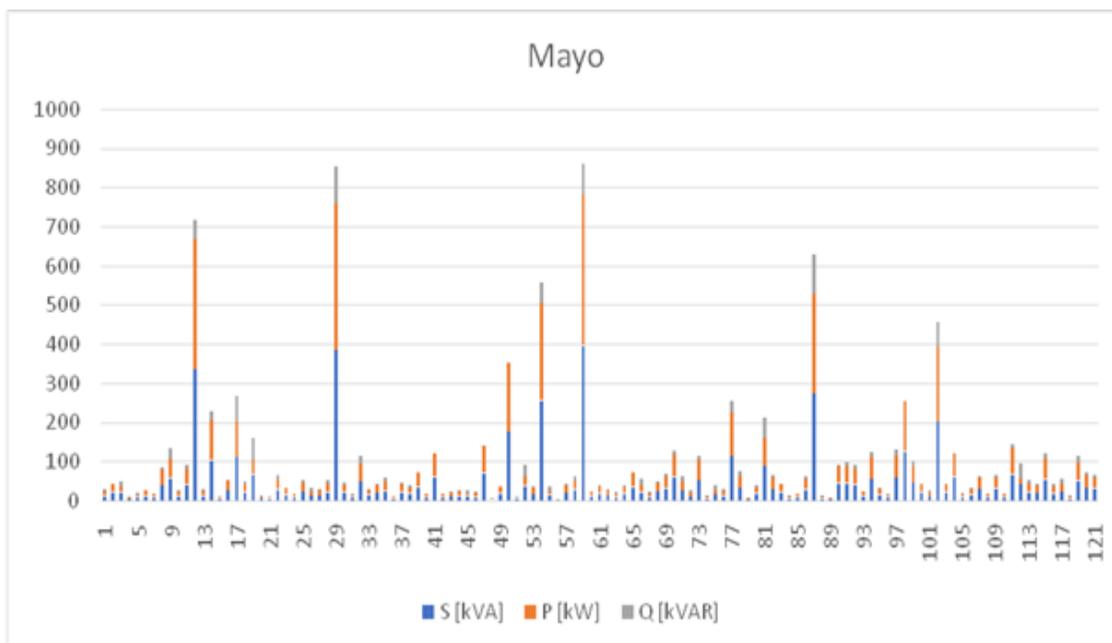


Figura 4.4. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo-2018 subestación Payamino(fuente Autores)

El Anexo 4.2, hace referencia a la potencia aparente, activa y reactiva del mes de mayo de todos los abonados de la subestación Payamino, los datos son presentados de manera gráfica en la Figura 4.4

4.5.3. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio – 2018 en la subestación Payamino

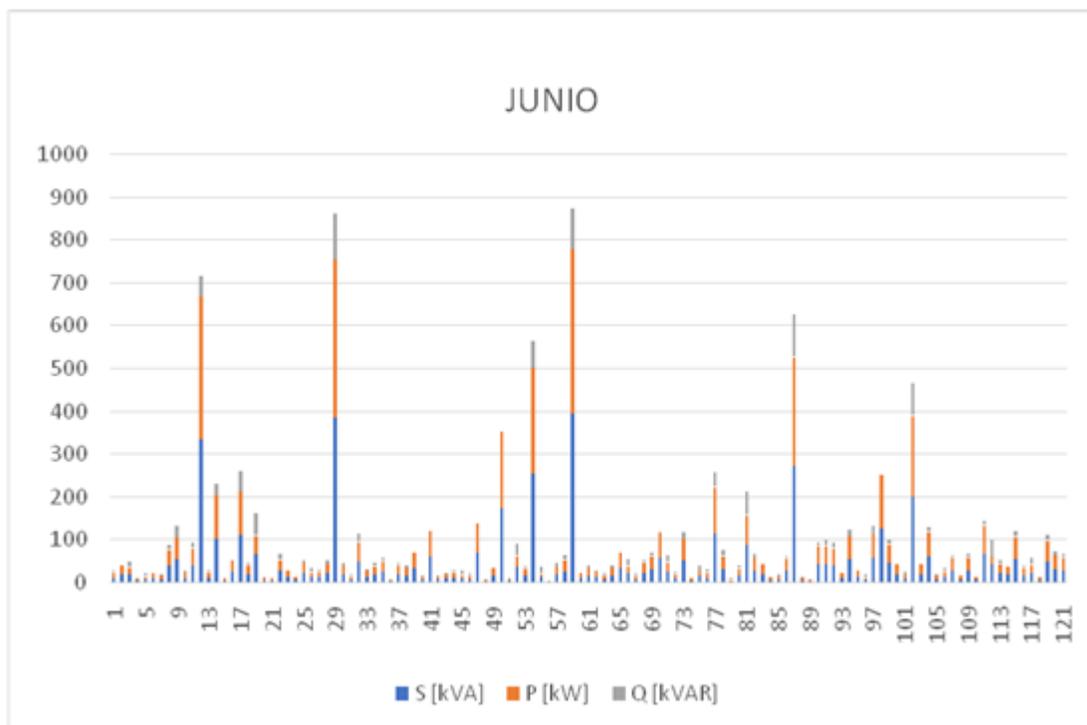


Figura 4.5 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio-2018 subestación Payamino (fuente Autores)

El Anexo 4.2, hace referencia a la potencia aparente, activa y reactiva del mes de junio de los abonados de la subestación Payamino, los datos son exhibidos de manera gráfica en la Figura 4.5.

4.5.4. Factor de potencia de los abonados industriales de los meses de abril, mayo, junio - 2018 de la subestación Payamino

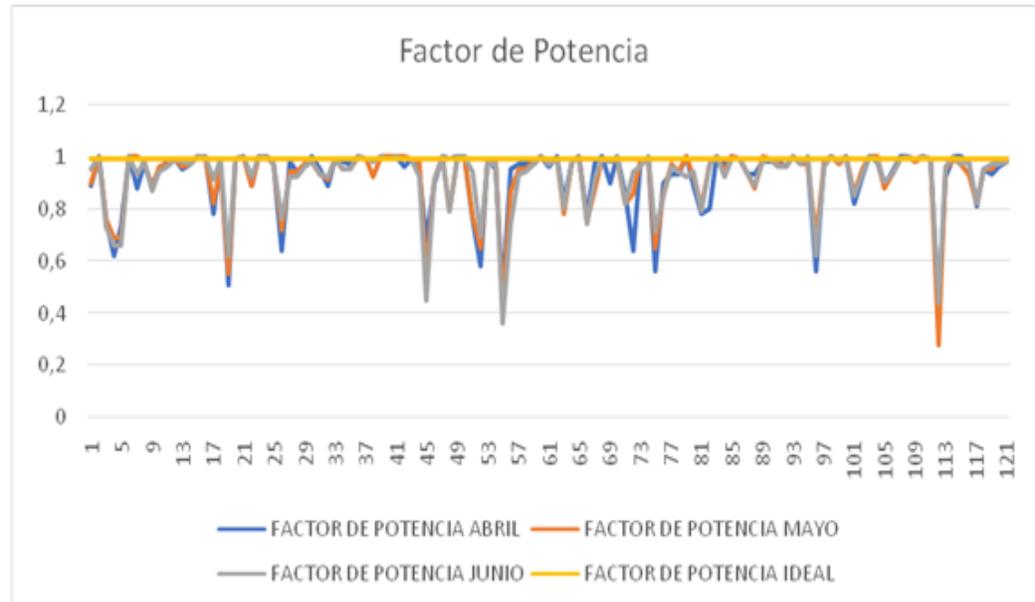


Figura 4.6 Factor de potencia de los abonados de abril, mayo y junio -2018 de la subestación Payamino (fuente Autores)

Las tablas del Anexo 4.2 presenta un resumen de las potencias aparente, activa y reactiva de los meses de abril a junio de la subestación Payamino, y su respectivo factor de potencia, estos valores permiten analizar qué valor de potencia reactiva se debe reducir con la implementación de un banco de capacitores.

4.6. ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN SACHA Y LORETO

4.6.1. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril - 2018 subestación Sacha y Loreto

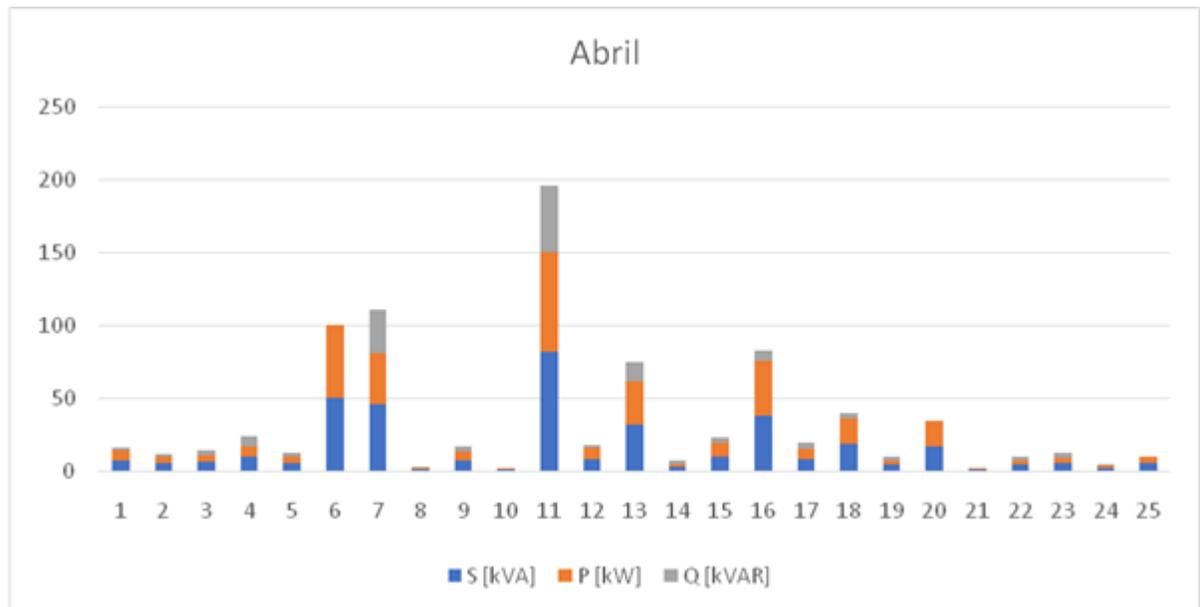


Figura 4.7 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de abril -2018 subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)

En el Anexo 4.2 presenta un resumen de las potencias aparente, activa y reactiva del mes de abril de la subestación Sacha Loreto y su respectivo factor de potencia, estos valores permiten analizar qué valor de potencia reactiva se debe reducir con la implementación de un banco de capacitores.

4.6.2. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo-2018 subestación Sacha y Loreto

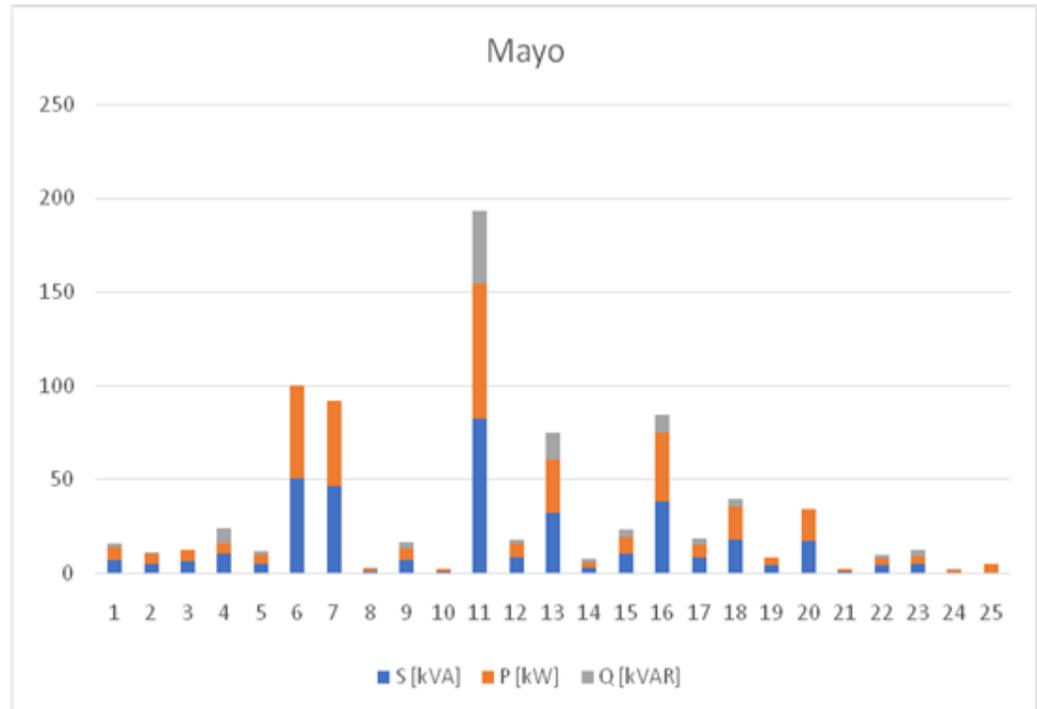


Figura 4.8 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de mayo – 2018 subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)

En el Anexo 4.2 presenta un resumen de las potencias aparente, activa y reactiva del mes de mayo de la subestación Sacha Loreto y su respectivo factor de potencia, estos valores permiten analizar qué valor de potencia reactiva se debe reducir con la implementación de un banco de capacitores.

4.6.3. Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio - 2018 subestación Sacha y Loreto

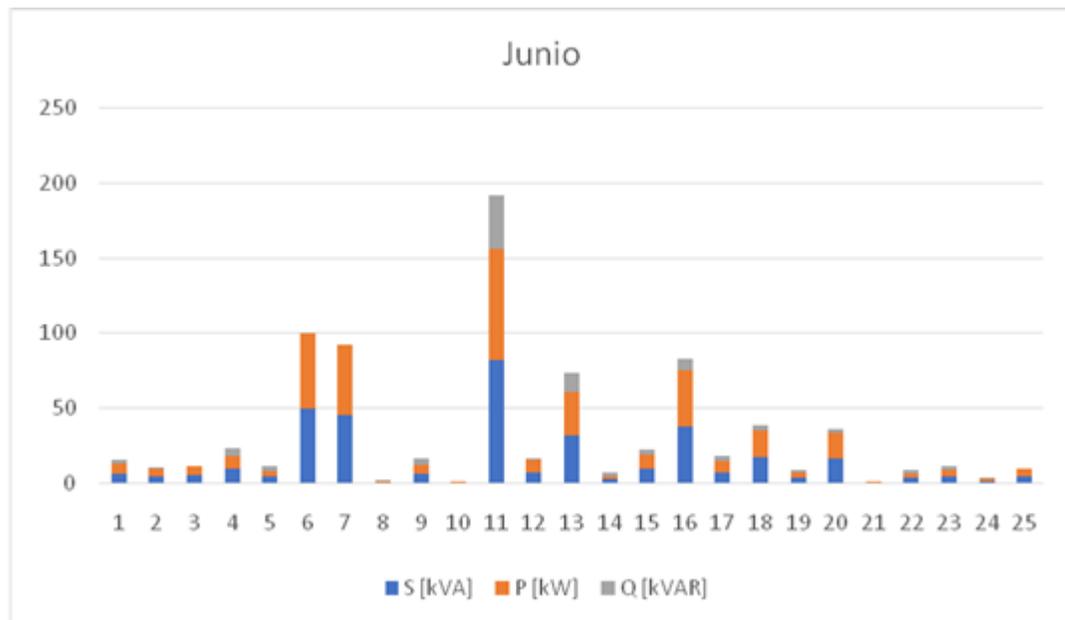


Figura 4.9 Potencia activa, aparente y reactiva del mes de junio – 2018 subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)

En el Anexo 4.2 presenta un resumen de las potencias aparente, activa y reactiva del mes de junio de la subestación Sacha Loreto y su respectivo factor de potencia, estos valores permiten analizar qué valor de potencia reactiva se debe reducir con la implementación de un banco de capacitores.

4.6.4. Factor de potencia de los abonados industriales de los meses de abril, mayo, junio – 2018 de la subestación Sacha y Loreto

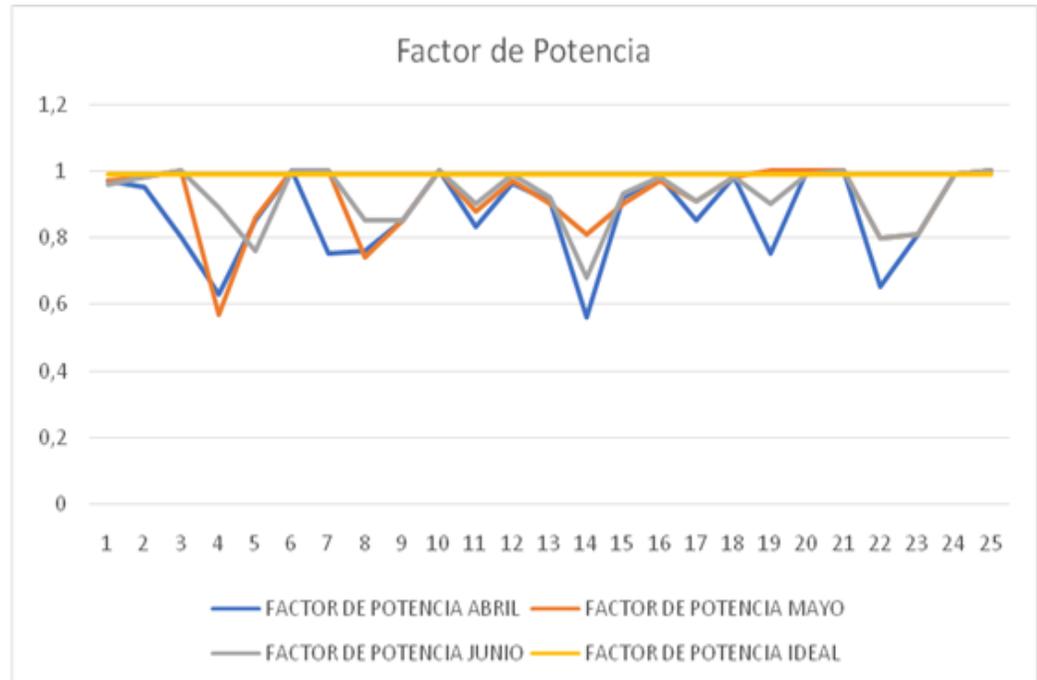


Figura 4.10 Factor de potencia de los abonados de los meses de abril, mayo y junio -2018 de la subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)

El Anexo 4.3 muestra un resumen de las potencias aparente, activa y reactiva de los meses de abril a junio - 2018 de la subestación de Sacha y Loreto, también su respectivo factor de potencia, estos valores permiten considerar qué valor de potencia reactiva se debe reducir con la implementación de un banco de capacitores y los beneficios que presenta la corrección.



4.7. Factores de Potencia menores que 0,92 de las subestaciones Payamino, Sacha y Loreto

4.7.1. Factores de Potencia de la Subestación Payamino

En la Tabla 4.10 se considera a todos los abonados de la provincia de Orellana que pertenecen a la subestación de Payamino, que tienen un factor de potencia menor a 0,92, que son un total de 25 de los cuales 3 están por debajo de los 0,5. También están incluidos los factores de potencia de los meses de abril a junio, se ha considerado estos meses por la razón que son aquellos meses desde que se inició este proyecto.



Tabla 4.10 Factor de potencia de los abonados de la subestación Payamino (fuente Autores)

N O.	UNIDAD DE NEGOCIOS	SUBESTACIÓN	TRANSFORMADOR	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	NOMBRE DEL ABONADO	FACTO R DE POTEN CIA ABRIL	FACTO R DE POTEN CIA MAYO	FACTO R DE POTEN CIA JUNIO
1	SUCUMBÍ OS	PAYAMI NO	75 kVA	PUCUNA 2	TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	0,76	0,76	0,73
2	SUCUMBÍ OS	PAYAMI NO	45 kVA	LORETO (021_3)	LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	0,62	0,69	0,66
3	SUCUMBÍ OS	PAYAMI NO	37,5 kVA	VIA AL AUCA (021_5)	CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	0,73	0,69	0,66
4	SUCUMBÍ OS	PAYAMI NO	200 kVA	COCA 01 (021_1)	HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	0,89	0,88	0,87
5	SUCUMBÍ OS	PAYAMI NO	275 kVA	PUCUNA 2	MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	0,78	0,82	0,91
6	SUCUMBÍ OS	PAYAMI NO	300 kVA	PUCUNA	EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	0,51	0,55	0,62



	OS	NO		01(021_9)				
7	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	150 kVA	PUCUNA 01(021_9)	SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	0,64	0,72	0,76
8	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	37,5 kVA	COCA 02 (021_2)	TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	0,68	0,54	0,45
9	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	30 kVA	LORETO 2	CIA TERRIGENO COLD MINE S A	0,9	0,91	0,91
10	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	50 kVA	PUCUNA 2	RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	0,99	0,79	0,79
11	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	120 kVA	PUCUNA 01(021_9)	PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	0,58	0,65	0,69
12	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	75 kVA	LORETO 2	HERRERA LLORI H LL	0,48	0,42	0,36
13	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	50 kVA	SACHA 4 (071_4)	SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	0,95	0,87	0,74
14	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	100 kVA	PUCUNA 2	SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	0,83	0,78	0,8



15	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	75 kVA	PUCUNA 01(021_9)	GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	0,77	0,75	0,74
16	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	25 kVA	PUCUNA 2	RECTILABMOTOR CIA.LTDA	0,86	0,82	0,82
17	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	50 kVA	PUCUNA 01(021_9)	INDUSTRIAL MARCO	0,56	0,65	0,71
18	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	30 kVA	COCA 02 (021_2)	COOPI ARO ASOCIACION DE RECICLADORES DE ORELLAN	0,9	0,86	0,85
19	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	225 kVA	PUCUNA 01(021_9)	SERVISILVA CIA LTDA	0,78	0,81	0,79
20	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	100 kVA	PUCUNA 01(021_9)	TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	0,93	0,88	0,89
21	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	37,5 kVA	COCA 01 (021_1)	VIDPETROL CIA LTDA	0,56	0,69	0,62
22	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	50 kVA	COCA 01 (021_1)	VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	0,82	0,86	0,85
23	SUCUMBÍOS	PAYAMI	150 kVA	VIA AL AUCA	TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	0,89	0,88	0,9



	OS	NO		(021_5)				
24	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	50 kVA	VIA AL AUCA (021_5)	SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	0,42	0,28	0,44
25	SUCUMBÍOS	PAYAMI NO	100 kVA	PUCUNA 2	ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	0,81	0,82	0,82



4.7.2. Factores de Potencia de la Subestación Sacha y Loreto

En la Tabla 4.11 contiene a todos los abonados de la provincia de Orellana que pertenecen a la subestación de Sacha, que tienen un factor de potencia menor a 0,92, que son un total de 10, esta subestación no posee abonados que tenga un factor menor a 0,5, también cabe mencionar que en la subestación de Loreto no hay abonados con bajo factor de potencia.



Tabla 4.11 Factor de potencia de los abonados de la subestación Sacha y Loreto (fuente Autores)

NO.	UNIDAD DE NEGOCIOS	SUBESTACIÓN	TRANSFORMADOR	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	NOMBRE DEL ABONADO	FACTOR DE POTENCIA ABRIL	FACTOR DE POTENCIA MAYO	FACTOR DE POTENCIA JUNIO	FACTOR DE POTENCIA NORMAL
1	SUCUMBÍOS	SACHA	50 KVA	SACHA 1 (071_1)	ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	0,63	0,57	0,89	0,92
2	SUCUMBÍOS	SACHA	50 KVA	SACHA 3 (071_3)	FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	0,85	0,86	0,76	0,92
3	SUCUMBÍOS	SACHA	50 KVA	SACHA 4 (071_4)	GUAILLAS VICTOR ANGEL	0,76	0,74	0,85	0,92
4	SUCUMBÍOS	SACHA	25 KVA	SACHA 3 (071_3)	ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	0,85	0,85	0,85	0,92
5	SUCUMBÍOS	SACHA	250 KVA	SACHA 2 (071_2)	PECKS AMBIENTE S A	0,83	0,88	0,9	0,92



6	SUCUMBÍOS	SACHA	25 KVA	SACHA 1 (071_1)	ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	0,56	0,81	0,68	0,92
7	SUCUMBÍOS	SACHA	100 KVA	SACHA 2 (071_2)	ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	0,85	0,91	0,91	0,92
8	SUCUMBÍOS	SACHA	15 KVA	SACHA 4 (071_4)	CALERO GOMEZ JULIA ENIT	0,75	1	0,9	0,92
9	SUCUMBÍOS	SACHA	50 KVA	SACHA 1 (071_1)	ASOCIACION APROCAS	0,65	0,8	0,8	0,92
10	SUCUMBÍOS	SACHA	50 KVA	SACHA 1 (071_1)	VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	0,81	0,81	0,81	0,92

4.8. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN PAYAMINO

El Abonado HERRERA LLORI H LL, tiene una instalación de 480 V y 60 Hz, consume una potencia activa de 5,4 kW con factor de potencia de 0,36 y corriente en atraso. El cálculo para la corrección del factor de potencia de 0,36 a 0,92 es el siguiente:

$$Fp1 = 0,36$$

El triángulo de potencia queda con la siguiente forma con un ángulo Φ de 68.9 grados.



Por medio del teorema de Pitágoras se localiza el valor de la potencia reactiva inicial.

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Donde : $S = 15\text{kVA}$ y $P = 5.4\text{kW}$

$$Q^2 = S^2 - P^2$$

$$Q1 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q1 = 14 \text{ kVAR}$$

Se realiza el cálculo de la potencia reactiva total necesaria para corregir el factor de potencia a 0,92 con un ángulo Φ de 23 grados, aplicando nuevamente el teorema de Pitágoras de obtiene que:



$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Donde : $S = 5.87 \text{ kVA}$ y $P = 5.4 \text{ kW}$

$$Q^2 = S^2 - P^2$$

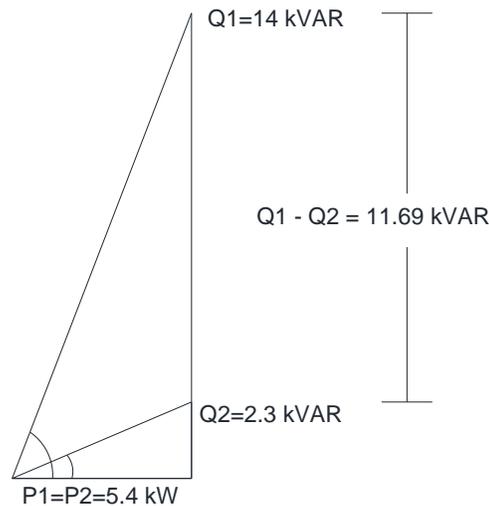
$$Q2 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q2 = 2.3 \text{ kVAR}$$

La diferencia entre la potencia reactiva de la instalación y la potencia reactiva necesaria para obtener el factor de potencia solicitado.

$$Qt = Q1 - Q2$$

$$Qt = 11.7 \text{ kVAR}$$



La diferencia entre ambas potencias es el valor de potencia reactiva que debe disminuirse. Debido a que la potencia reactiva de la instalación es del tipo inductiva (ya que se indica que la corriente está atrasada), para reducirla se debe generar una potencia reactiva capacitiva (que es de signo contrario).

Para calcular la capacidad utilizamos la siguiente expresión.

$$C = \frac{Q}{V^2 \omega}$$

La velocidad angular es:

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 376.99 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$C = \frac{11.7 \text{ kVAR}}{480 \text{ kv}^2 * 376.99 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$



$$C = 134\mu f$$

El abonado HERRERA LLORI H LL, tiene que instalar un banco de capacitores de 134 μ F, a un voltaje de 480 V y una potencia de 12 kVAR.

El cálculo realizado, a un sólo abonado para su corrección de factor, el procedimiento es lo mismo para todos. Los valores son aproximados el abonado tendrá que examinar que valor comercial de capacitancia existe en el medio y que se pueda colocar en sus instalaciones eléctricas.



4.8.1. Corrección del factor de Potencia de la Subestación Payamino

Tabla 4.12 Factor de potencia corregido de los abonados de la subestación Payamino
(fuente Autores)

NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	S1 [kVA]	Q [kVAR]	Q[kVAR] Corregida	Qt [kVAR]	Voltaje [V]	Capacitor en uF
TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	20	14,60	15,87	13,67	6,22	7,45	480	85
LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	4	2,64	2,87	3,01	1,12	1,88	480	21
CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	8	5,28	5,74	6,01	2,25	3,76	480	43
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	52	45,24	49,17	25,64	19,27	6,37	480	73
MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	111	101,01	109,79	46,02	43,03	2,99	480	34
EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	67	41,54	45,15	52,57	17,70	34,87	480	401
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	13	9,88	10,74	8,45	4,21	4,24	480	48
TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	11	4,95	5,38	9,82	2,11	7,71	480	88
CIA TERRIGENO COLD MINE S A	9	8,19	8,90	3,73	3,49	0,24	480	2.7
RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	2	1,58	1,72	1,23	0,67	0,55	480	6.3
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	37	25,53	27,75	26,78	10,88	15,91	480	183
HERRERA LLORI H LL	15	5,40	5,87	13,99	2,30	11,69	480	134
SOLORZANO GUINGLA JORGE	1	0,74	0,80	0,67	0,32	0,36	480	4.1



ARMANDO								
SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	9	7,20	7,83	5,40	3,07	2,33	480	26
GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	22	16,28	17,70	14,80	6,94	7,86	480	90
RECTILABMOTOR CIA.LTDA	26	21,32	23,17	14,88	9,08	5,80	480	66
INDUSTRIAL MARCO	16	11,36	12,35	11,27	4,84	6,43	480	74
COOPI ARO ASOCIACION DE REICLADORES DE ORELLAN	12	10,20	11,09	6,32	4,35	1,98	480	22
SERVISILVA CIA LTDA	88	69,52	75,57	53,95	29,62	24,34	480	280
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	5	4,45	4,84	2,28	1,90	0,38	480	4.3
VIDPETROL CIA LTDA	7	4,34	4,72	5,49	1,85	3,64	480	41
VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	10	8,50	9,24	5,27	3,62	1,65	480	18
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	8	7,20	7,83	3,49	3,07	0,42	480	4.8
SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	42	18,48	20,09	37,72	7,87	29,84	480	85
ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	23	18,86	20,50	13,16	8,03	5,13	480	59



4.8.2. Corrección del factor de Potencia de la Subestación Sacha y Loreto

Tabla 4.13 Factor de potencia corregido de los abonados de la subestación Sacha y Loreto
(fuente Autores)

NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	S1 [kVA]	Q [kVAR]	Q[kVAR] Corregida	Qt [kVAR]	Voltaje [kV]	Capacitor en uF
ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	10	8,90	9,67	4,56	3,79	0,77	480	9
FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	5	3,80	4,13	3,25	1,62	1,63	480	18
GUAILLAS VICTOR ANGEL	1	0,85	0,92	0,53	0,36	0,16	480	1.8
ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	7	5,95	6,47	3,69	2,53	1,15	480	13
PECKSAMBIENTE S A	82	73,80	80,22	35,74	31,44	4,30	480	49
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	3	2,04	2,22	2,20	0,87	1,33	480	15
ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	8	7,28	7,91	3,32	3,10	0,22	480	35
CALERO GOMEZ JULIA ENIT	4	3,60	3,91	1,74	1,53	0,21	480	17
ASOCIACION APROCAS	4	3,20	3,48	2,40	1,36	1,04	480	12
VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	5	4,05	4,40	2,93	1,73	1,21	480	14

Las tablas 4.12 y 4.13 están todos los abonados que tiene un factor de potencia menor a 0.92 y también el cálculo del banco de capacitores que cada uno tendrá que colocar para que se corrija su factor hasta llegar a valor nominal.

4.8.3. Compensación del Factor de Potencia

Los abonados cuya carga está compuesta principalmente por motores de inducción tienen un factor de potencia atrasado, por esta razón resulta necesario compensar la carga inductiva con carga capacitiva, además de realizar modificaciones o acciones para que los motores operen en condiciones de carga adecuadas (75 - 100%) para mejorar el factor de potencia del mismo y de la instalación total.

La solución sencilla es la colocación de bancos de capacitores que proporcionan los kVA reactivos necesarios para **que el factor de potencia esté por encima de lo estipulado en el contrato de suministro**. De hecho, las empresas suministradoras de energía eléctrica utilizan este sistema para compensar el factor de potencia de su red de transmisión y distribución.

Otra forma de compensar el factor de potencia, en el caso de plantas industriales es utilizar motores síncronos o de alta eficiencia en lugar de motores estándar de inducción, pero una vez definidos los kVA reactivos necesarios, es necesario el análisis económico.

4.8.4. Análisis Económico

Lo que se considerará es analizar los beneficios económicos que se obtendrán al mejorar el factor de potencia mediante un banco de capacitores automático a un abonado que se toma en consideración para todos los abonados.

El análisis económico considera el análisis del costo - beneficios de implementar la corrección del factor de potencia mediante banco de capacitores.

Para el cálculo del valor a cancelar por concepto de servicio eléctrico se usan la Ecuaciones 2.11 y 2.12

Se procede con el cálculo del valor a facturar de un abonado tipo general, este mismo proceso es similar para todos los cálculos de la Tabla 4.13.

Como referencia para el cálculo se usan los datos del abonado Segundo Thuesman Gomez Sedamos, cuya Planilla de pago se encuentra en el Anexo 4.4. El valor de comercialización la CNEL EP Sucumbíos lo establece el \$1,41.

El valor por pérdidas en los transformadores no está contabilizado en la CNEL EP Sucumbíos.

$$FP_r = \left\{ \begin{array}{l} P_{BFp} = 0 \text{ si } FP_r \geq 0.92 \\ P_{BFp} = B_{Fp} \times FSPEE_i \text{ si } FP_r < 0.92 \end{array} \rightarrow B_{Fp} = \frac{0.92}{FP_r} - 1 \right\}$$

El cálculo del factor de penalización es:

$$B_{Fp} = \frac{0.92}{FP_r} - 1$$

$$B_{Fp} = \frac{0.92}{0.73} - 1$$

$$B_{Fp} = 0.2603$$

El cálculo de penalización por bajo factor de potencia es:

$$P_{BFp} = B_{Fp} \times FSPEE_i$$

Donde:

$$FSPEE_i = E + P + PIT + C$$

$$FSPEE_i = 578.48 + 81.43 + 0 + 1,41$$

$$FSPEE_i = 578.48 + 81.43 + 0 + 1,41$$

$$FSPEE_i = 661.3$$

Ahora:

$$P_{BFp} = B_{Fp} \times FSPEE_i$$

$$P_{BFp} = 0.2603 \times 661.3$$

$$P_{BFp} = 172.1$$

$$FSPEE_i \text{ (total)} = 661.3 + 172.1$$

$$P_{BFp} = 833.44$$

El subtotal del servicio eléctrico es de \$833.44 como se corrobora con la planilla del Anexo 4.4, a este valor se suman rubros como alumbrado público y mora.

Tabla 4.14 Resumen de factura del consumo eléctrico de los abonados de la subestación Payamino (fuente Autores)

NOMBRE DEL ABONADO	P [kW]	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA [kWh]	PENALIZACIÓN [\$]	TOTAL, A PAGAR [\$]	TOTAL, A PAGAR SIN CORRECCIÓN [\$]
SEGUNDO THUESMAN GOMEZ SEDAMOS	136	97920	172.12	578.48	833.44
TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	14,60	3358,00	6,57	151,11	157,68
LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	2,64	607,20	1,19	27,32	28,51
CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	5,28	1214,40	2,38	54,65	57,02



HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	45,24	10405,20	20,36	468,23	488,59
MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	101,01	23232,30	45,45	1045,45	1090,91
EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	41,54	9554,20	18,69	429,94	448,63
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	9,88	2272,40	4,45	102,26	106,70
TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	4,95	1138,50	2,23	51,23	53,46
CIA TERRIGENO COLD MINE S A	8,19	1883,70	3,69	84,77	88,45
RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	1,58	363,40	0,71	16,35	17,06
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	25,53	5871,90	11,49	264,24	275,72
HERRERA LLORI HILL	5,40	1242,00	2,43	55,89	58,32
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	0,74	170,20	0,33	7,66	7,99
SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	7,20	1656,00	3,24	74,52	77,76
GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	16,28	3744,40	7,33	168,50	175,82
RECTILABMOTOR CIA.LTDA	21,32	4903,60	9,59	220,66	230,26
INDUSTRIAL MARCO	11,36	2612,80	5,11	117,58	122,69
COOPI ARO ASOCIACION DE RECICLADORES DE ORELLAN	10,20	2346,00	4,59	105,57	110,16
SERVISILVA CIA LTDA	69,52	15989,60	31,28	719,53	750,82
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	4,45	1023,50	2,00	46,06	48,06
VIDPETROL CIA LTDA	4,34	998,20	1,95	44,92	46,87



VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	8,50	1955,00	3,83	87,98	91,80
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	7,20	1656,00	3,24	74,52	77,76
SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	18,48	4250,40	8,32	191,27	199,58
ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	18,86	4337,80	8,49	195,20	203,69

En la tabla 4.14 se puede observar: la demanda en kW, el consumo de energía en kWh, el valor de la penalización en dólares por motivo de un bajo factor de potencia y el total del valor en dólares del consumo eléctrico, de los abonados de la subestación Payamino.

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

Las tablas 4.14 y 4.15 se presenta un valor de dólares por las penalizaciones que tiene que pagar los abonados de las subestaciones de Payamino y Sacha por su bajo factor de potencia, si ellos rectifican su factor de potencia ese valor por penalización se reducirá de su factura de consumo.

Tabla 4.15 Resumen de factura del consumo eléctrico de los abonados de la subestación Sacha (fuente Autores)

NOMBRE DEL ABONADO	P [kW]	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA [KWH]	PENALIZACIÓN [S]	TOTAL, A PAGAR [S]	TOTAL, A PAGAR SIN CORRECCIÓN [S]
ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	8,90	2047,00	4,01	92,12	96,12
FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	3,80	874,00	1,71	39,33	41,04
GUAILLAS VICTOR ANGEL	0,85	195,50	0,38	8,80	9,18
ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	5,95	1368,50	2,68	61,58	64,26
PECKSAMBIENTE S A	73,80	16974,00	33,21	763,83	797,04
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	2,04	469,20	0,92	21,11	22,03
ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	7,28	1674,40	3,28	75,35	78,62
CALERO GOMEZ JULIA ENIT	3,60	828,00	1,62	37,26	38,88
ASOCIACION APROCAS	3,20	736,00	1,44	33,12	34,56
VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	4,05	931,50	1,82	41,92	43,74

4.8.5. VAN y TIR

El valor actual neto es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.



Se analiza a un abonado para ver si es factible la inclusión de un banco de capacitores y el tiempo que tarda en recuperar la inversión. Se proyecta un flujo de inversión para 5 años, Tabla 4.16 y 4.17.

Se considera al Abonado Méndez Palacios porque cuenta con la mayor penalización económica debido al bajo factor de potencia, para el análisis económico del trabajo. En función del valor de penalización se realiza el cálculo del VAN y del TIR.

Así mismo se consideró a la compañía Herrera Llorit para los cálculos porque este abonado presente el más bajo factor de potencia entre los usuarios.

ABONADO MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO

Tabla 4.16 Cotización banco de capacitores abonado
Mendez Palacios Jaime Nasario(fuente Autores)

OPCION 1: BANCO SEMI-AUTOMATICO DE 12,6KVAR, TRIFÁSICO, 240V, 60HZ, IN=53.12Amp	
CANT.	ARTICULO
	FUERZA
7	Condensador de 1,8KVAR, 240V, 3F, 60HZ, marca ELECTRONICON, Procedencia Alemana.
1	Contactador 3RT1045 de 80 A, SIEMENS
1	Breaker Caja Moldeada, 100A, 3 polos, tipo 3VM, SIEMENS
1	Tablero metálico de 120X80X20CM, SAN
	CONTROL
1	Regulador electrónico del factor de potencia, modelo PFR-X-06, marca ELECTRONICON, procedencia Alemana, el cual tiene las siguientes características:
2	Breaker riel , 1p, 2A, 5SX1, SIEMENS

1	Selector 1-0-2, 22mm, 2NA, SIEMENS (MAN-OFF-AUT)
1	Luz piloto LED, 22mm, 110...220VAC, CAMSCO
1	Interruptor horario digital, 220V, PET-010, TAIWAN
1	Lote de material menudo: cables, terminalitos, etc
VALOR TOTAL DE COTIZACIÓN INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA: \$ 3400 + IVA	

Tabla 4.17 Cálculo de la tasa mínima de retorno y flujo de fondos para la inversión de banco de capacitores abonado Mendez Palacios Jaime Nasario (Fuente Banco Central del Ecuador)

Años	Tasa de inflación anual
2014	0.71
2015	0.16
2016	1.59
2017	4.87
2018	3.67
Total	11
Promedio	2.20%
Riesgo	8%
T.M.R	10.20%

INVERSION SIN IVA 3400

AHORRO ANUAL 2930

AÑO	FLUJO	ACUMULADO
0	-3400	-3400
1	2930	470
2	2930	3400
3	2930	6330
4	2930	9260
5	2930	12190



TIR	82%
VAN	\$7650.49

Se toma como referente la inflación de los últimos cinco años para obtener un promedio de 2,2% de inflación al cual se suma un 8% de riesgo obteniendo una tasa de rendimiento mínima del 10.2%, los cálculos se estiman para un flujo de caja de cinco años obtenido los siguientes resultados:

La Inversión se recupera en un factor de tiempo de 1.16 años

La tasa interna de retorno es del 82% es mayor a 10,2% de la tasa mínima de retorno por tanto es prudente la inversión.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al realizar el levantamiento de carga del sistema eléctrico de la provincia de Orellana se pudo constatar que los abonados industriales que pasan el mayor tiempo del día conectadas o trabajando son aquellos que tiene menor factor de potencia.
- El factor de potencia promedio en la provincia de Orellana es de 0,92; el promedio de la potencia activa del mes de abril es de 41kW, el promedio de la potencia aparente es de 45KVA y la potencia reactiva tiene un promedio de 13,5 kVAR.
- Con la implementación de un banco para la corrección del factor de potencia, la inversión se recupera en un promedio de tiempo de un año con dos meses.
- Uno de los principales beneficios técnicos de corregir el factor de potencia, es la obtención de la potencia liberada en el



transformador. Al corregir el factor de potencia se tiene la posibilidad de incrementar carga al transformador.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los abonados que poseen un factor de potencia menor a 0.92 se proceda con un análisis de calidad de energía para identificar los armónicos presentes, si el TDH es menor a 10%, se debe instalar un banco de capacitores automático, caso contrario se debe aislar el o los armónicos preponderantes mediante filtros antes de instalar un banco de capacitores.
- Se recomienda invertir en un banco de capacitores, ya que la inversión se recupera de forma oportuna mediante el ahorro que se tienen al evitar los recargos por bajo factor de potencia en la factura de energía eléctrica.
- Al reducir la carga reactiva, la capacidad de los transformadores aumenta, por lo tanto, se recomienda optimizar el uso de su capacidad.
- El crecimiento de abonados industriales en la Provincia de Orellana es acelerado, por lo que se sugiere a la CNEL EP SUCUMBIOS, solicitar un análisis del factor de potencia y armónicos al momento de energizar un nuevo servicio, para tomar los correctivos necesarios.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, J. A. (2014). Obtenido de QUE ES LA POTENCIA ELÉCTRICA:
http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_1.htm
- ARCONEL. (2018). *PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN*. Quito.
- Chapman, S. J. (2004). *Máquinas Eléctricas*. México: Mc Graw Hill.
- Code, N. E. (1997). *Código Eléctrico Nacional*. EEUU.
- Donald G.Fink / H. Wayne Beaty. (1995). *Manual de Ingeniería Eléctrica*. México: Mc Graw Hill.
- EDUPEDIA. (16 de 04 de 2018). *EDUPEDIA*. Obtenido de www.edupedia.ec/index.php/temas/geografia/del-ecuador/provincias-del-ecuador
- Electriaplicada. (13 de 04 de 2018). *Electriaplicada*. Obtenido de <https://www.eléctricaplicada.com/que-es-la-potencia-aparente-kva/>
- Imergia. (13 de 04 de 2018). *Imergia*. Obtenido de <http://www.imergia.es/eficiencia-energetica/que-es-la-potencia-reactiva>
- LLumiQuinga Loya, Fredy Santiago. (06 de 2012). *Repositorio Digital Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1888>
- MEER. (2016). *RENDICION DE CUENTAS*. Quito.
- Mora, J. F. (2012). *Circuitos Eléctricos*. Madrid: Pearson.
- Serrano, J. M. (2014). *Corrector del factor de potencia*. México: Universidad de las Américas Puebla. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/mendez_s_j/capitulo1.pdf



ANEXO 4.1

NÚMERO DE ABONADOS DE ALIMENTADOR PAYAMINO



No .	Unidad de Negocios	Subestación	Transformador	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	NOMBRE DEL ABONADO	Demanda Máxima [kVA]	Voltaje [kV]	FACTOR DE POTENCIA ABRIL	FACTOR DE POTENCIA MAYO	FACTOR DE POTENCIA JUNIO
1	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CONSTRUCRETO CIA LTDA	12	480	0,89	0,9	0,95
2	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	TRACEOILFIELD SERVICES & EQUI LIM ECUA CIA LTDA	20	480	1	1	1
3	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	20	480	0,76	0,76	0,73
4	Sucumbíos	PAYAMINO	45 kVA	20PY020T22	LORETO (021_3)	LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	4	480	0,62	0,69	0,66
5	Sucumbíos	PAYAMINO	37,5 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	8	480	0,73	0,69	0,66
6	Sucumbíos	PAYAMINO	400 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO		480	1	1	1
7	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	MECANICA INDUSTRIAL ROMERO	8	480	0,88	1	0,93
8	Sucumbíos	PAYAMINO	300 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	39	480	0,97	0,98	0,98
9	Sucumbíos	PAYAMINO	200 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	56	480	0,89	0,88	0,87
10	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	MAINCOPEPETRO CIA LTDA	11	480	0,95	0,96	0,94
11	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	INSEPECA CIA LTDA	41	480	0,98	0,97	0,96
12	Sucumbíos	PAYAMINO	500 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	EXTRACTOCOCA EXTRACTORA RIO COCA S A	336	480	0,99	0,99	0,99
13	Sucumbíos	PAYAMINO	45 kVA	20PY020T12	COCA 02 (021_2)	INTELLIGENT SOLUTIONS MACHINING INSOLMACH SA	12	480	0,95	0,96	0,98
14	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ALMATRANSCOMER CIA LTDA	103	480	0,97	0,97	0,97
15	Sucumbíos	PAYAMINO	45 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	VACA NUÑEZ HECTOR EFRAIN	5	480	1	1	1
16	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T12	COCA 02 (021_2)	COMPANY PCA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SA	26	480	1	1	1
17	Sucumbíos	PAYAMINO	275 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	111	480	0,78	0,82	0,91
18	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	COMPañIA SELIP	21	480	0,98	0,96	0,99
19	Sucumbíos	PAYAMINO	300 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	67	480	0,51	0,55	0,62



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



20	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	KEY INTERNATIONAL LLC	6	480	0,99	0,99	0,99
21	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CHILQUINGA CACERES NANCY DEL ROCIO	5	480	1	1	1
22	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	GLOBAL INSPECTION TECHNOLOGY S A	28	480	0,89	0,89	0,92
23	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	INDUSTRIAL PETROL	15	480	1	1	1
24	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ACERIA DEL ECUADOR CA ADELCA	7	480	1	1	1
25	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CORONEL RODRIGUEZ SERGIO ALFREDO	23	480	0,97	0,97	0,97
26	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	13	480	0,64	0,72	0,76
27	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	SERVICIOS INTEGRADOS ECUADOR SA CAMPERINTEGRA	13	480	0,98	0,94	0,92
28	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	22	480	0,94	0,94	0,92
29	Sucumbíos	PAYAMINO	500 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	385	480	0,97	0,97	0,96
30	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CNLC ECUADOR CORPORACION S A	20	480	1	0,98	0,98
31	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ESSOIL ECUATORIANA DE SERVICIOS Y SUMINISTROS PETR	7	480	0,95	0,93	0,93
32	Sucumbíos	PAYAMINO	500 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	SINOPEC SERVICE	49	480	0,89	0,91	0,92
33	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	PECS IECONTSA S A	14	480	0,99	0,99	0,99
34	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	SINOPEC SERVICE	19	480	0,98	0,95	0,95
35	Sucumbíos	PAYAMINO	200 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	GYRODATA ECUADOR L L C	25	480	0,97	0,95	0,95
36	Sucumbíos	PAYAMINO	200 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	4	480	1	1	1
37	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO JOSE	21	480	0,99	0,99	0,99
38	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ALMATRANSCOMER CIA LTDA	17	480	0,98	0,92	0,98
39	Sucumbíos	PAYAMINO	630 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CPTDC CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT CO	35	480	1	1	1
40	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	ORIENTOIL S A	7	480	1	1	0,99
41	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T15	VIA AL AUCA (021_5)	ORIENFLUVIAL SA	60	480	1	1	1



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



42	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	SBASERVICIOS CIA LTDA	7	480	0,96	1	0,99
43	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	GRUASATLAS CIA LTDA	10	480	0,99	0,99	0,99
44	Sucumbíos	PAYAMINO	45 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	PETROORIENTAL S A	12	480	0,94	0,98	0,92
45	Sucumbíos	PAYAMINO	37,5 kVA	20PY020T12	COCA 02 (021_2)	TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	11	480	0,68	0,54	0,45
46	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	DSCA024	LORETO 2	CIA TERRIGENO COLD MINE S A	9	480	0,9	0,91	0,91
47	Sucumbíos	PAYAMINO	500 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ALKHORAYEF PETROLEUM CO	70	480	1	1	1
48	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	2	480	0,99	0,79	0,79
49	Sucumbíos	PAYAMINO	145 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ENVIROLAND SOCIEDAD ANONIMA	18	480	1	1	1
50	Sucumbíos	PAYAMINO	200 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	1764	480	1	1	1
51	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	RAMIREZ CHOQUICONDOR MARIA ELVA	4	480	0,76	0,77	0,94
52	Sucumbíos	PAYAMINO	120 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	37	480	0,58	0,65	0,69
53	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	16	480	0,99	0,98	0,97
54	Sucumbíos	PAYAMINO	400 kVA	20PY020T22	LORETO (021_3)	EMPRESA PÚBLICA DE EXPLORACION Y EXPLOTACIÓN DE H	255	480	0,95	0,98	0,97
55	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	DSCA024	LORETO 2	HERRERA LLORI H LL	15	480	0,48	0,42	0,36
56	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	1	480	0,95	0,87	0,74
57	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	DSCA024	LORETO 2	HERRERA LLORI H LL	19	480	0,97	0,95	0,93
58	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	20PY020T12	COCA 02 (021_2)	BURBANO PAZMINO JORGE OSWALDO	27	480	0,97	0,95	0,94
59	Sucumbíos	PAYAMINO	250 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	SERTECPET S A	395	480	0,97	0,98	0,97
60	Sucumbíos	PAYAMINO	175 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	SERTECPET S A	11	480	1	1	1
61	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	RSROTH SA	17	480	0,96	0,97	0,97
62	Sucumbíos	PAYAMINO	45 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	13	480	1	0,99	0,99
63	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	9	480	0,83	0,78	0,8



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



64	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	17	480	0,98	0,98	0,98
65	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	VARCO L P	35	480	1	1	1
66	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	22	480	0,77	0,75	0,74
67	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	PEREZ CHACON ANGEL MARCELO	9	480	0,98	0,88	0,92
68	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CIA ADRIAL PETRO	23	480	1	0,99	0,99
69	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	31	480	0,9	0,98	0,98
70	Sucumbíos	PAYAMINO	250 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CPVEN SERVICIOS PETROLEROS LTD	59	480	1	0,99	1
71	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	RECTILABMOTOR CIA.LTDA	26	480	0,86	0,82	0,82
72	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	SERVICIOS INDUSTRIALES AGAMA	10	480	0,64	0,86	0,94
73	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CIA CYFOIL LTDA	52	480	0,97	0,98	0,96
74	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T12	COCA 02 (021_2)	CIA BLACK GOLD	5	480	0,99	0,99	1
75	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	INDUSTRIAL MARCO	16	480	0,56	0,65	0,71
76	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	20PY020T12	COCA 02 (021_2)	COOPI ARO ASOCIACION DE RECICLADORES DE ORELLAN	12	480	0,9	0,86	0,85
77	Sucumbíos	PAYAMINO	250 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ENAP SIPETROL S A	114	480	0,93	0,97	0,96
78	Sucumbíos	PAYAMINO	37,5 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CIA GEOPETSA	32	480	0,93	0,94	0,94
79	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	MOROCHO SINALUIZA GREGORIO	3	480	1	1	0,92
80	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CIA ECUAPET	17	480	0,89	0,92	0,94
81	Sucumbíos	PAYAMINO	225 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	SERVISILVA CIA LTDA	88	480	0,78	0,81	0,79
82	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	29	480	0,8	0,97	0,97
83	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	20PY020T13	COCA 03 (021_6)	LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S A	21	480	1	1	1
84	Sucumbíos	PAYAMINO	37,5 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	QUEZADA GARCIA JOSE ROCENDO	5	480	0,97	0,94	0,92
85	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	TRIBOILGAS CIA LTDA	8	480	1	1	0,99



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



86	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	CIA PETROTECH	28	480	0,99	0,99	0,99
87	Sucumbíos	PAYAMINO	500 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	273	480	0,93	0,93	0,93
88	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	5	480	0,93	0,88	0,89
89	Sucumbíos	PAYAMINO	45 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	FERNANDEZ OBANDO OSCAR FERNANDO	3	480	0,98	1	0,98
90	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	VARGAS NARANJO CESAR HUMBERTO	43	480	0,98	0,99	0,99
91	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	VARCO L P	44	480	0,97	0,97	0,98
92	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CIA ECUAMBIENTE	41	480	0,96	0,96	0,96
93	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	CIA SACHA BRATS	11	480	1	1	1
94	Sucumbíos	PAYAMINO	200 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	COMPAÑIA BAKER HUGHES INTERNATIONAL	55	480	0,97	0,97	0,97
95	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	JAMES ROBERT STUCKEY	15	480	0,97	0,97	1
96	Sucumbíos	PAYAMINO	37,5 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	VIDPETROL CIA LTDA	7	480	0,56	0,69	0,62
97	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	CIA SELIP	58	480	0,98	0,97	0,96
98	Sucumbíos	PAYAMINO	1700 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	WEATHERFORD SOUTH AMERICA GMBH	126	480	1	1	1
99	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CHASI ESPINOZA HERNAN XAVIER	45	480	0,98	0,97	0,98
100	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	MKPSERVIC SERVICIOS PETROLEROS CIA LTDA	21	480	1	1	1
101	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	10	480	0,82	0,86	0,85
102	Sucumbíos	PAYAMINO	37,5 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	INSEPECA CIA LTDA	202	480	0,92	0,95	0,93
103	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	ECUABUILDERS CIA LTDA	21	480	1	1	1
104	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	PEC PROJECT ENGINEERING CONSTRUCTION CIA LTDA	60	480	0,98	1	0,99
105	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	AZULEC S A	8	480	0,89	0,88	0,9
106	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	COMPAÑIA B G P ECUADOR COS.A	14	480	0,94	0,93	0,93
107	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	LIDER PLACENCIA (SERVICIO Y TRANSPORTE LIDER)	29	480	1	0,99	0,99



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



108	Sucumbíos	PAYAMINO	75 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	LOPEZ TORRES VICENTE	8	480	1	1	1
109	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	METAL MECANICA INDUSTRIAL GRUPO ATLAS	30	480	0,98	0,98	0,99
110	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	IGUAGO PERUGACHI JOSE CAYETANO	7	480	1	1	1
111	Sucumbíos	PAYAMINO	125 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	67	480	0,99	0,99	0,99
112	Sucumbíos	PAYAMINO	50 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	42	480	0,42	0,28	0,44
113	Sucumbíos	PAYAMINO	30 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	OPERSEP SERVICIOS PETROLEROS S A	22	480	0,92	0,95	0,96
114	Sucumbíos	PAYAMINO	25 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	EQUISERCON CIA LTDA	19	480	1	0,99	1
115	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T14	VIA AL AUCA (021_5)	SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	54	480	1	0,97	0,97
116	Sucumbíos	PAYAMINO	150 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	ECORESA ECOLOGÍA RECICLAJE S A	18	480	0,98	0,93	0,98
117	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	23	480	0,81	0,82	0,82
118	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	DSCA012	PUCUNA 2	MORENO SAMANIEGO SIXTO ROSALINO	5	480	0,95	0,95	0,95
119	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	50	480	0,93	0,95	0,97
120	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T21	PUCUNA 01(021_9)	CIA SOLIPED	32	480	0,96	0,98	0,97
121	Sucumbíos	PAYAMINO	100 kVA	20PY020T23	COCA 01 (021_1)	CIA HELMERICH PAYNE	30	480	0,98	0,98	0,98
122	Sucumbíos	SACHA	25 kVA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	VEGA VINCES JOSE CLIMACO	7	480	0,97	0,97	0,96
123	Sucumbíos	SACHA	15 kVA	20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	SISALEMA LLAGUARIMA GLORIA ALFONCINA	5	480	0,95	0,98	0,98
124	Sucumbíos	SACHA	30 kVA	20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	VILLOTA ACOSTA JOSE MARIA	6	480	0,8	1	1
125	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	10	480	0,63	0,57	0,89
126	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T13	SACHA 3 (071_3)	FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	5	480	0,85	0,86	0,76
127	Sucumbíos	SACHA	250 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	EMPRESA DE BALANCEADOS AMAZONICOS ORELLANA EP	50	480	1	1	1
128	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	46	480	0,75	1	1
129	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	GUAILLAS VICTOR ANGEL	1	480	0,76	0,74	0,85



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



130	Sucumbíos	SACHA	25 kVA	20SA070T13	SACHA 3 (071_3)	ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	7	480	0,85	0,85	0,85
131	Sucumbíos	SACHA	125 kVA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	SERVICIOS PETROLEROS SPORIENTSERVI SOCIEDAD ANONIM	1	480	1	1	1
132	Sucumbíos	SACHA	250 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	PECKSAMBIENTE S A	82	480	0,83	0,88	0,9
133	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	MUEBLERIA MENDOZA	8	480	0,96	0,97	0,99
134	Sucumbíos	SACHA	100 kVA	20SA070T13	SACHA 3 (071_3)	BALCAZAR CAMPOVERDE ROSMEL FRANCISCO	32	480	0,91	0,9	0,92
135	Sucumbíos	SACHA	25 kVA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	3	480	0,56	0,81	0,68
136	Sucumbíos	SACHA	150 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	SERVICIOS MISCELANEOS E GONZALEZ SEMEG CIA LTDA	10	480	0,92	0,9	0,93
137	Sucumbíos	SACHA	75 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	ACUÑA ALBAN NANCI INES	38	480	0,98	0,97	0,98
138	Sucumbíos	SACHA	100 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	8	480	0,85	0,91	0,91
139	Sucumbíos	SACHA	30 kVA	20SA070T13	SACHA 3 (071_3)	PILADORA MUNICIPAL DEL CANTON SACHA	18	480	0,98	0,98	0,98
140	Sucumbíos	SACHA	15 kVA	20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	CALERO GOMEZ JULIA ENIT	4	480	0,75	1	0,9
141	Sucumbíos	SACHA	125 kVA	20SA070T14	SACHA 4 (071_4)	GPOWER GROUP SA	17	480	1	1	0,99
142	Sucumbíos	SACHA	25 kVA	20SA070T12	SACHA 2 (071_2)	PLUS AMBIENTE S A	1	480	1	1	1
143	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	ASOCIACION APROCAS	4	480	0,65	0,8	0,8
144	Sucumbíos	SACHA	50 kVA	20SA070T11	SACHA 1 (071_1)	VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	5	480	0,81	0,81	0,81
145	Sucumbíos	LORETO	150 kVA	20LO090T11	LORETO1	PETROAMAZONAS EP	2	480	0,99	0,99	0,99
146	Sucumbíos	LORETO	45 kVA	20LO090T11	LORETO1	JIMENEZ RIOFRIO TITO ENRIQUE	5	480	1	1	1



ANEXO 4.2

ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN PAYAMINO



ABRIL			
NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	Q [kVAR]
CONSTRUCRETO CIA LTDA	12	10,68	5,47
TRACEOILFIELD SERVICES & EQUI LIM ECUA CIA LTDA	20	20,00	0,00
TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	20	15,20	13,00
LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	4	2,48	3,14
CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	8	5,84	5,47
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	12	12,00	0,00
MECANICA INDUSTRIAL ROMERO	8	7,04	3,80
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	39	37,83	9,48
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	56	49,84	25,53
MAINCOPETRO CIA LTDA	11	10,45	3,43
INSEPECA CIA LTDA	41	40,18	8,16
EXTRACTOCOCA EXTRACTORA RIO COCA S A	336	332,64	47,40
INTELLIGENT SOLUTIONS MACHINING INSOLMACH SA	12	11,40	3,75
ALMATRANSCOMER CIA LTDA	103	99,91	25,04
VACA NUÑEZ HECTOR EFRAIN	5	5,00	0,00
COMPANY PCA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SA	26	26,00	0,00



MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	111	86,58	69,46
COMPAÑIA SELIP	21	20,58	4,18
EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	67	34,17	57,63
KEY INTERNATIONAL LLC	6	5,94	0,85
CHILQUINGA CACERES NANCY DEL ROCIO	5	5,00	0,00
GLOBAL INSPECTION TECHNOLOGY S A	28	24,92	12,77
INDUSTRIAL PETROL	15	15,00	0,00
ACERIA DEL ECUADOR CA ADELCA	7	7,00	0,00
CORONEL RODRIGUEZ SERGIO ALFREDO	23	22,31	5,59
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	13	8,32	9,99
SERVICIOS INTEGRADOS ECUADOR SA CAMPERINTEGRA	13	12,74	2,59
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	22	20,68	7,51
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	385	373,45	93,60
CNLC ECUADOR CORPORACION S A	20	20,00	0,00
ESSOIL ECUATORIANA DE SERVICIOS Y SUMINISTROS PETR	7	6,65	2,19
SINOPEC SERVICE	49	43,61	22,34
PECS IECONSA S A	14	13,86	1,97
SINOPEC SERVICE	19	18,62	3,78



GYRODATA ECUADOR L L C	25	24,25	6,08
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	4	4,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO JOSE	21	20,79	2,96
ALMATRANSCOMER CIA LTDA	17	16,66	3,38
CPTDC CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT CO	35	35,00	0,00
ORIENTOIL S A	7	7,00	0,00
ORIENFLUVIAL SA	60	60,00	0,00
SBASERVICIOS CIA LTDA	7	6,72	1,96
GRUASATLAS CIA LTDA	10	9,90	1,41
PETROORIENTAL S A	12	11,28	4,09
TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	11	7,48	8,07
CIA TERRIGENO COLD MINE S A	9	8,10	3,92
ALKHORAYEF PETROLEUM CO	70	70,00	0,00
RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	2	1,98	0,28
ENVIROLAND SOCIEDAD ANONIMA	18	18,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	176	176,00	0,00
RAMIREZ CHOQUICONDOR MARIA ELVA	4	3,04	2,60
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	37	21,46	30,14



PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	16	15,84	2,26
EMPRESA PÚBLICA DE EXPLORACION Y EXPLOTACIÓN DE H	255	242,25	79,62
HERRERA LLORI H LL	15	7,20	13,16
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	1	0,95	0,31
HERRERA LLORI H LL	19	18,43	4,62
BURBANO PAZMINO JORGE OSWALDO	27	26,19	6,56
SERTECPET S A	395	383,15	96,03
SERTECPET S A	11	11,00	0,00
RSROTH SA	17	16,32	4,76
SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	13	13,00	0,00
SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	9	7,47	5,02
SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	17	16,66	3,38
VARCO L P	35	35,00	0,00
GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	22	16,94	14,04
PEREZ CHACON ANGEL MARCELO	9	8,82	1,79
CIA ADRIAL PETRO	23	23,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	31	27,90	13,51
CPVEN SERVICIOS PETROLEROS LTD	59	59,00	0,00



RECTILABMOTOR CIA.LTDA	26	22,36	13,27
SERVICIOS INDUSTRIALES AGAMA	10	6,40	7,68
CIA CYFOIL LTDA	52	50,44	12,64
CIA BLACK GOLD	5	4,95	0,71
INDUSTRIAL MARCO	16	8,96	13,26
COOPI ARO ASOCIACION DE RECICLADORES DE ORELLAN	12	10,80	5,23
ENAP SIPETROL S A	114	106,02	41,90
CIA GEOPETSA	32	29,76	11,76
MOROCHO SINALUIZA GREGORIO	3	3,00	0,00
CIA ECUAPET	17	15,13	7,75
SERVISILVA CIA LTDA	88	68,64	55,07
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	29	23,20	17,40
LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S A	21	21,00	0,00
QUEZADA GARCIA JOSE ROCENDO	5	4,85	1,22
TRIBOILGAS CIA LTDA	8	8,00	0,00
CIA PETROTECH	28	27,72	3,95
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	273	253,89	100,34
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	5	4,65	1,84
FERNANDEZ OBANDO OSCAR FERNANDO	3	2,94	0,60



VARGAS NARANJO CESAR HUMBERTO	43	42,14	8,56
VARCO L P	44	43,12	8,76
CIA ECUAMBIENTE	41	39,36	11,48
CIA SACHA BRATS	11	11,00	0,00
COMPAÑIA BAKER HUGHES INTERNATIONAL	55	53,35	13,37
JAMES ROBERT STUCKEY	15	14,55	3,65
VIDPETROL CIA LTDA	7	3,92	5,80
CIA SELIP	58	56,84	11,54
WEATHERFORD SOUTH AMERICA GMBH	126	126,00	0,00
CHASI ESPINOZA HERNAN XAVIER	45	44,10	8,95
MKPSERVIC SERVICIOS PETROLEROS CIA LTDA	21	21,00	0,00
VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	10	8,20	5,72
INSEPECA CIA LTDA	202	185,84	79,17
ECUABUILDERS CIA LTDA	21	21,00	0,00
PEC PROJECT ENGINEERING CONSTRUCTION CIA LTDA	60	58,80	11,94
AZULEC S A	8	7,12	3,65
COMPAÑIA B G P ECUADOR COS.A	14	13,16	4,78
LIDER PLACENCIA (SERVICIO Y TRANSPORTE LIDER)	29	29,00	0,00
LOPEZ TORRES VICENTE	8	8,00	0,00



METAL MECANICA INDUSTRIAL GRUPO ATLAS	30	29,40	5,97
IGUAGO PERUGACHI JOSE CAYETANO	7	7,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	67	66,33	9,45
SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	42	17,64	38,12
OPERSEP SERVICIOS PETROLEROS S A	22	20,24	8,62
EQUISECON CIA LTDA	19	19,00	0,00
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	54	54,00	0,00
ECORESA ECOLOGÍA RECICLAJE S A	18	17,64	3,58
ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	23	18,63	13,49
MORENO SAMANIEGO SIXTO ROSALINO	5	4,75	1,56
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	50	46,50	18,38
CIA SOLIPED	32	30,72	8,96
CIA HELMERICH PAYNE	30	29,40	5,97



MAYO			
NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	Q [kVAR]
CONSTRUCRETO CIA LTDA	12	10,80	5,23
TRACEOILFIELD SERVICES & EQUI LIM ECUA CIA LTDA	20	20,00	0,00
TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	20	15,20	13,00
LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	4	2,76	2,90
CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	8	5,52	5,79
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	12	12,00	0,00
MECANICA INDUSTRIAL ROMERO	8	8,00	0,00
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	39	38,22	7,76
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	56	49,28	26,60
MAINCOPEYRO CIA LTDA	11	10,56	3,08
INSEPECA CIA LTDA	41	39,77	9,97
EXTRACTOCOCA EXTRACTORA RIO COCA S A	336	332,6	47,40
INTELLIGENT SOLUTIONS MACHINING INSOLMACH SA	12	11,52	3,36
ALMATRANSCOMER CIA LTDA	103	99,91	25,04
VACA NUÑEZ HECTOR EFRAIN	5	5,00	0,00
COMPANY PCA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SA	26	26,00	0,00



MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	111	91,02	63,53
COMPañIA SELIP	21	20,16	5,88
EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	67	36,85	55,96
KEY INTERNATIONAL LLC	6	5,94	0,85
CHILQUINGA CACERES NANCY DEL ROCIO	5	5,00	0,00
GLOBAL INSPECTION TECHNOLOGY S A	28	24,92	12,77
INDUSTRIAL PETROL	15	15,00	0,00
ACERIA DEL ECUADOR CA ADELCA	7	7,00	0,00
CORONEL RODRIGUEZ SERGIO ALFREDO	23	22,31	5,59
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	13	9,36	9,02
SERVICIOS INTEGRADOS ECUADOR SA CAMPERINTEGRA	13	12,22	4,44
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	22	20,68	7,51
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	385	373,4	93,60
CNLC ECUADOR CORPORACION S A	20	19,60	3,98
ESSOIL ECUATORIANA DE SERVICIOS Y SUMINISTROS PETR	7	6,51	2,57
SINOPEC SERVICE	49	44,59	20,32
PECS IECONSA S A	14	13,86	1,97
SINOPEC SERVICE	19	18,05	5,93



GYRODATA ECUADOR L L C	25	23,75	7,81
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	4	4,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO JOSE	21	20,79	2,96
ALMATRANSCOMER CIA LTDA	17	15,64	6,66
CPTDC CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT CO	35	35,00	0,00
ORIENTOIL S A	7	7,00	0,00
ORIENFLUVIAL SA	60	60,00	0,00
SBASERVICIOS CIA LTDA	7	7,00	0,00
GRUASATLAS CIA LTDA	10	9,90	1,41
PETROORIENTAL S A	12	11,76	2,39
TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	11	5,94	9,26
CIA TERRIGENO COLD MINE S A	9	8,19	3,73
ALKHORAYEF PETROLEUM CO	70	70,00	0,00
RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	2	1,58	1,23
ENVIROLAND SOCIEDAD ANONIMA	18	18,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	176	176,0	0,00
RAMIREZ CHOQUICONDOR MARIA ELVA	4	3,08	2,55
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	37	24,05	28,12
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	16	15,68	3,18



EMPRESA PÚBLICA DE EXPLORACION Y EXPLOTACIÓN DE H	255	249,9	50,74
HERRERA LLORI H LL	15	6,30	13,61
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	1	0,87	0,49
HERRERA LLORI H LL	19	18,05	5,93
BURBANO PAZMINO JORGE OSWALDO	27	25,65	8,43
SERTECPET S A	395	387,1	78,60
SERTECPET S A	11	11,00	0,00
RSROTH SA	17	16,49	4,13
SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	13	12,87	1,83
SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	9	7,02	5,63
SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	17	16,66	3,38
VARCO L P	35	35,00	0,00
GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	22	16,50	14,55
PEREZ CHACON ANGEL MARCELO	9	7,92	4,27
CIA ADRIAL PETRO	23	22,77	3,24
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	31	30,38	6,17
CPVEN SERVICIOS PETROLEROS LTD	59	58,41	8,32
RECTILABMOTOR CIA.LTDA	26	21,32	14,88
SERVICIOS INDUSTRIALES AGAMA	10	8,60	5,10



CIA CYFOIL LTDA	52	50,96	10,35
CIA BLACK GOLD	5	4,95	0,71
INDUSTRIAL MARCO	16	10,40	12,16
COOPI ARO ASOCIACION DE RECICLADORES DE ORELLAN	12	10,32	6,12
ENAP SIPETROL S A	114	110,5	27,71
CIA GEOPETSA	32	30,08	10,92
MOROCHO SINALUIZA GREGORIO	3	3,00	0,00
CIA ECUAPET	17	15,64	6,66
SERVISILVA CIA LTDA	88	71,28	51,61
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	29	28,13	7,05
LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S A	21	21,00	0,00
QUEZADA GARCIA JOSE ROCENDO	5	4,70	1,71
TRIBOILGAS CIA LTDA	8	8,00	0,00
CIA PETROTECH	28	27,72	3,95
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	273	253,8	100,34
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	5	4,40	2,37
FERNANDEZ OBANDO OSCAR FERNANDO	3	3,00	0,00
VARGAS NARANJO CESAR HUMBERTO	43	42,57	6,07
VARCO L P	44	42,68	10,70



CIA ECUAMBIENTE	41	39,36	11,48
CIA SACHA BRATS	11	11,00	0,00
COMPAÑIA BAKER HUGHES INTERNATIONAL	55	53,35	13,37
JAMES ROBERT STUCKEY	15	14,55	3,65
VIDPETROL CIA LTDA	7	4,83	5,07
CIA SELIP	58	56,26	14,10
WEATHERFORD SOUTH AMERICA GMBH	126	126,0	0,00
CHASI ESPINOZA HERNAN XAVIER	45	43,65	10,94
MKPSERVIC SERVICIOS PETROLEROS CIA LTDA	21	21,00	0,00
VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	10	8,60	5,10
INSEPECA CIA LTDA	202	191,9	63,07
ECUABUILDERS CIA LTDA	21	21,00	0,00
PEC PROJECT ENGINEERING CONSTRUCTION CIA LTDA	60	60,00	0,00
AZULEC S A	8	7,04	3,80
COMPAÑIA B G P ECUADOR COS.A	14	13,02	5,15
LIDER PLACENCIA (SERVICIO Y TRANSPORTE LIDER)	29	28,71	4,09
LOPEZ TORRES VICENTE	8	8,00	0,00
METAL MECANICA INDUSTRIAL GRUPO ATLAS	30	29,40	5,97
IGUAGO PERUGACHI JOSE CAYETANO	7	7,00	0,00



RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	67	66,33	9,45
SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	42	11,76	40,32
OPERSEP SERVICIOS PETROLEROS S A	22	20,90	6,87
EQUISERCON CIA LTDA	19	18,81	2,68
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	54	52,38	13,13
ECORESA ECOLOGÍA RECICLAJE S A	18	16,74	6,62
ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	23	18,86	13,16
MORENO SAMANIEGO SIXTO ROSALINO	5	4,75	1,56
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	50	47,50	15,61
CIA SOLIPED	32	31,36	6,37
CIA HELMERICH PAYNE	30	29,40	5,97



JUNIO			
NOMBRE DEL ABONADO	S [KVA]	P [KW]	Q [KVAR]
CONSTRUCRETO CIA LTDA	12	11,40	3,75
TRACEOILFIELD SERVICES & EQUI LIM ECUA CIA LTDA	20	20,00	0,00
TECHINICAL SYSTEMS POWER TPS CIA LTDA	20	14,60	13,67
LOPEZ PUENTE CARLOS IVAN	4	2,64	3,01
CASTILLO MONTALVAN GUIDO ENRIQUE	8	5,28	6,01
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	12	12,00	0,00
MECANICA INDUSTRIAL ROMERO	8	7,44	2,94
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	39	38,22	7,76
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	56	48,72	27,61
MAINCOPEYRO CIA LTDA	11	10,34	3,75
INSEPECA CIA LTDA	41	39,36	11,48
EXTRACTOCOCA EXTRACTORA RIO COCA S A	336	332,64	47,40
INTELLIGENT SOLUTIONS MACHINING INSOLMACH SA	12	11,76	2,39
ALMATRANSCOMER CIA LTDA	103	99,91	25,04
VACA NUÑEZ HECTOR EFRAIN	5	5,00	0,00
COMPANY PCA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SA	26	26,00	0,00



MENDEZ PALACIOS JAIME NASARIO	111	101,01	46,02
COMPAÑIA SELIP	21	20,79	2,96
EMANUEL VITERI SOLUCIONES INTEGRAL S A	67	41,54	52,57
KEY INTERNATIONAL LLC	6	5,94	0,85
CHILIQINGA CACERES NANCY DEL ROCIO	5	5,00	0,00
GLOBAL INSPECTION TECHNOLOGY S A	28	25,76	10,97
INDUSTRIAL PETROL	15	15,00	0,00
ACERIA DEL ECUADOR CA ADELCA	7	7,00	0,00
CORONEL RODRIGUEZ SERGIO ALFREDO	23	22,31	5,59
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	13	9,88	8,45
SERVICIOS INTEGRADOS ECUADOR SA CAMPERINTEGRA	13	11,96	5,09
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	22	20,24	8,62
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	385	369,60	107,80
CNLC ECUADOR CORPORACION S A	20	19,60	3,98
ESSOIL ECUATORIANA DE SERVICIOS Y SUMINISTROS PETR	7	6,51	2,57
SINOPEC SERVICE	49	45,08	19,20
PECS IECONSA S A	14	13,86	1,97
SINOPEC SERVICE	19	18,05	5,93
GYRODATA ECUADOR L L C	25	23,75	7,81



RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	4	4,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO JOSE	21	20,79	2,96
ALMATRANSCOMER CIA LTDA	17	16,66	3,38
CPTDC CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT CO	35	35,00	0,00
ORIENTOIL S A	7	6,93	0,99
ORIENFLUVIAL SA	60	60,00	0,00
SBASERVICIOS CIA LTDA	7	6,93	0,99
GRUASATLAS CIA LTDA	10	9,90	1,41
PETROORIENTAL S A	12	11,04	4,70
TUQUERES GALLO ANGEL ORLANDO	11	4,95	9,82
CIA TERRIGENO COLD MINE S A	9	8,19	3,73
ALKHORAYEF PETROLEUM CO	70	70,00	0,00
RENTA CAR TRANSPORTES ASOTRACMO S A	2	1,58	1,23
ENVIROLAND SOCIEDAD ANONIMA	18	18,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	176	176,00	0,00
RAMIREZ CHOQUICONDOR MARIA ELVA	4	3,76	1,36
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	37	25,53	26,78
PETROLEUM POWER ENGINEERS S A POWERENGINEERS	16	15,52	3,89
EMPRESA PÚBLICA DE EXPLORACION Y EXPLOTACIÓN DE H	255	247,35	61,99



HERRERA LLORI H LL	15	5,40	13,99
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	1	0,74	0,67
HERRERA LLORI H LL	19	17,67	6,98
BURBANO PAZMINO JORGE OSWALDO	27	25,38	9,21
SERTECPET S A	395	383,15	96,03
SERTECPET S A	11	11,00	0,00
RSROTH SA	17	16,49	4,13
SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	13	12,87	1,83
SERVIC PETROLEROS GALETH SEPEGA	9	7,20	5,40
SOUTH AMERICAN PIPESERVICIOS DEL ECUADOR S A	17	16,66	3,38
VARCO L P	35	35,00	0,00
GUEVARA MOSQUERA MANUEL GUANERGIS	22	16,28	14,80
PEREZ CHACON ANGEL MARCELO	9	8,28	3,53
CIA ADRIAL PETRO	23	22,77	3,24
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	31	30,38	6,17
CPVEN SERVICIOS PETROLEROS LTD	59	59,00	0,00
RECTILABMOTOR CIA.LTDA	26	21,32	14,88
SERVICIOS INDUSTRIALES AGAMA	10	9,40	3,41
CIA CYFOIL LTDA	52	49,92	14,56



CIA BLACK GOLD	5	5,00	0,00
INDUSTRIAL MARCO	16	11,36	11,27
COOPI ARO ASOCIACION DE RECICLADORES DE ORELLAN	12	10,20	6,32
ENAP SIPETROL S A	114	109,44	31,92
CIA GEOPETSA	32	30,08	10,92
MOROCHO SINALUIZA GREGORIO	3	2,76	1,18
CIA ECUAPET	17	15,98	5,80
SERVISILVA CIA LTDA	88	69,52	53,95
SOLORZANO GUINGLA JORGE ARMANDO	29	28,13	7,05
LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S A	21	21,00	0,00
QUEZADA GARCIA JOSE ROCENDO	5	4,60	1,96
TRIBOILGAS CIA LTDA	8	7,92	1,13
CIA PETROTECH	28	27,72	3,95
HALLIBURTON LATIN AMERICA S R L	273	253,89	100,34
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	5	4,45	2,28
FERNANDEZ OBANDO OSCAR FERNANDO	3	2,94	0,60
VARGAS NARANJO CESAR HUMBERTO	43	42,57	6,07
VARCO L P	44	42,24	12,32
CIA ECUAMBIENTE	41	39,36	11,48



CIA SACHA BRATS	11	11,00	0,00
COMPAÑIA BAKER HUGHES INTERNATIONAL	55	53,35	13,37
JAMES ROBERT STUCKEY	15	15,00	0,00
VIDPETROL CIA LTDA	7	4,34	5,49
CIA SELIP	58	55,68	16,24
WEATHERFORD SOUTH AMERICA GMBH	126	126,00	0,00
CHASI ESPINOZA HERNAN XAVIER	45	44,10	8,95
MKPSERVIC SERVICIOS PETROLEROS CIA LTDA	21	21,00	0,00
VIDAL GOMEZ DALTON EDUARDO	10	8,50	5,27
INSEPECA CIA LTDA	202	187,86	74,25
ECUABUILDERS CIA LTDA	21	21,00	0,00
PEC PROJECT ENGINEERING CONSTRUCTION CIA LTDA	60	59,40	8,46
AZULEC S A	8	7,20	3,49
COMPAÑIA B G P ECUADOR COS.A	14	13,02	5,15
LIDER PLACENCIA (SERVICIO Y TRANSPORTE LIDER)	29	28,71	4,09
LOPEZ TORRES VICENTE	8	8,00	0,00
METAL MECANICA INDUSTRIAL GRUPO ATLAS	30	29,70	4,23
IGUAGO PERUGACHI JOSE CAYETANO	7	7,00	0,00
RAMIREZ RIOFRIO JOSE RICARDO	67	66,33	9,45



SANCHEZ CELI VICTOR IVAN	42	18,48	37,72
OPERSEP SERVICIOS PETROLEROS S A	22	21,12	6,16
EQUISERCON CIA LTDA	19	19,00	0,00
SCHLUMBERGER DEL ECUADOR S A	54	52,38	13,13
ECORESA ECOLOGÍA RECICLAJE S A	18	17,64	3,58
ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP CIA LTDA	23	18,86	13,16
MORENO SAMANIEGO SIXTO ROSALINO	5	4,75	1,56
TRELLES AVILA CLINQUER URBANO	50	48,50	12,16
CIA SOLIPED	32	31,04	7,78
CIA HELMERICH PAYNE	30	29,40	5,97



ANEXO 4.3

ABONADOS INDUSTRIALES DE LA SUBESTACIÓN SACHA Y LORETO



ABRIL			
NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	Q [kVAR]
VEGA VINCES JOSE CLIMACO	7	6,79	1,70
SISALEMA LLAGUARIMA GLORIA ALFONCINA	5	4,75	1,56
VILLOTA ACOSTA JOSE MARIA	6	4,80	3,60
ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	10	6,30	7,77
FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	5	4,25	2,63
EMPRESA DE BALANCEADOS AMAZONICOS ORELLANA EP	50	50,00	0,00
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	46	34,50	30,43
GUALLAS VICTOR ANGEL	1	0,76	0,65
ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	7	5,95	3,69
SERVICIOS PETROLEROS SPORIENTSERVI SOCIEDAD ANONIMA	1	1,00	0,00
PECKS AMBIENTE S A	82	68,06	45,74
MUEBLERIA MENDOZA	8	7,68	2,24
BALCAZAR CAMPOVERDE ROSMEL FRANCISCO	32	29,12	13,27
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	3	1,68	2,49
SERVICIOS MISCELANEOS E GONZALEZ SEMEG CIA LTDA	10	9,20	3,92
ACUÑA ALBAN NANCY INES	38	37,24	7,56
ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	8	6,80	4,21
PILADORA MUNICIPAL DEL CANTON SACHA	18	17,64	3,58



CALERO GOMEZ JULIA ENIT	4	3,00	2,65
GPOWER GROUP SA	17	17,00	0,00
PLUS AMBIENTE S A	1	1,00	0,00
ASOCIACION APROCAS	4	2,60	3,04
VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	5	4,05	2,93
PETROAMAZONAS EP	2	1,98	0,28
JIMENEZ RIOFRIO TITO ENRIQUE	5	5,00	0,00



MAYO			
NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	Q [kVAR]
VEGA VINCES JOSE CLIMACO	7	6,79	1,70
SISALEMA LLAGUARIMA GLORIA ALFONCINA	5	4,90	0,99
VILLOTA ACOSTA JOSE MARIA	6	6,00	0,00
ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	10	5,70	8,22
FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	5	4,30	2,55
EMPRESA DE BALANCEADOS AMAZONICOS ORELLANA EP	50	50,00	0,00
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	46	46,00	0,00
GUALLAS VICTOR ANGEL	1	0,74	0,67
ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	7	5,95	3,69
SERVICIOS PETROLEROS SPORIENTSERVI SOCIEDAD ANONIMA	1	1,00	0,00
PECKS AMBIENTE S A	82	72,16	38,95
MUEBLERIA MENDOZA	8	7,76	1,94
BALCAZAR CAMPOVERDE ROSMEL FRANCISCO	32	28,80	13,95
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	3	2,43	1,76
SERVICIOS MISCELANEOS E GONZALEZ SEMEG CIA LTDA	10	9,00	4,36
ACUÑA ALBAN NANCY INES	38	36,86	9,24
ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	8	7,28	3,32
PILADORA MUNICIPAL DEL CANTON SACHA	18	17,64	3,58



CALERO GOMEZ JULIA ENIT	4	4,00	0,00
GPOWER GROUP SA	17	17,00	0,00
PLUS AMBIENTE S A	1	1,00	0,00
ASOCIACION APROCAS	4	3,20	2,40
VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	5	4,05	2,93
PETROAMAZONAS EP	2	1,98	0,28
JIMENEZ RIOFRIO TITO ENRIQUE	5	5,00	0,00



JUNIO			
NOMBRE DEL ABONADO	S [kVA]	P [kW]	Q [kVAR]
VEGA VINCES JOSE CLIMACO	7	6,72	1,96
SISALEMA LLAGUARIMA GLORIA ALFONCINA	5	4,90	0,99
VILLOTA ACOSTA JOSE MARIA	6	6,00	0,00
ABAD LOAYZA JHONSON ALCIDES	10	8,90	4,56
FREDY MORA COMPAÑIA DE SERVICIOS S A	5	3,80	3,25
EMPRESA DE BALANCEADOS AMAZONICOS ORELLANA EP	50	50,00	0,00
SERVICIOS Y SUPLIDORA PETROLERA ECUATORIANA S A	46	46,00	0,00
GUAILLAS VICTOR ANGEL	1	0,85	0,53
ENAP SIPETROL S A ENAP SIPEC	7	5,95	3,69
SERVICIOS PETROLEROS SPORIENTSERVI SOCIEDAD ANONIMA	1	1,00	0,00
PECKSAMBIENTE S A	82	73,80	35,74
MUEBLERIA MENDOZA	8	7,92	1,13
BALCAZAR CAMPOVERDE ROSMEL FRANCISCO	32	29,44	12,54
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CACAO SAN CARLOS	3	2,04	2,20
SERVICIOS MISCELANEOS E GONZALEZ SEMEG CIA LTDA	10	9,30	3,68
ACUÑA ALBAN NANCI INES	38	37,24	7,56
ORTIZ QUIÑONEZ JOSE PEPE	8	7,28	3,32



PILADORA MUNICIPAL DEL CANTON SACHA	18	17,64	3,58
CALERO GOMEZ JULIA ENIT	4	3,60	1,74
GPOWER GROUP SA	17	16,83	2,40
PLUS AMBIENTE S A	1	1,00	0,00
ASOCIACION APROCAS	4	3,20	2,40
VELEZ CARRENO EDULIO FLORENCIO	5	4,05	2,93
PETROAMAZONAS EP	2	1,98	0,28
JIMENEZ RIOFRIO TITO ENRIQUE	5	5,00	0,00



ANEXO 4.4

PLANILLA DE ABONADO INDUSTRIAL



Factura No. 115-001-004713156	* 1000045697028 *	
Autorización SRI: 1122286952	No. de Control: 4569702.95	
Fecha Autorización: 2018-02-15	Valor a pagar: 1,689.64	
Válida Hasta: 2019-02-15		
Fecha de Emisión: 2018-06-08	Fecha de Vencimiento: 2018-06-25	

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

SUMINISTRO: 45697-7 GOMEZ SEDAMANOS SEGUNDO THUESMAN
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000045697 Cédula / R.U.C.: 1706717020001 Código Postal:
 Dirección servicio: VIA LORETO KM 1 COMEDOR
 Plan/Geocódigo: 97 98-95-095-2500 Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario* (Baja Tension-Trafo propio) 2018-06-03 1
 Provincia - Cantón - Parroquia: ORELLANA - ORELLANA - PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA
 Dirección notificación: Domicilio
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES Telfs: 062830719 ext: e_mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 06370270-ELS-CO Desde: 2018-04-30 Hasta: 2018-05-31 Días Facturados: 31 Tipo consumo: Leído Constante: 1.00
 Factor multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 1.00 Factor Potencia: 0.73 Penalización Fp: 0.19

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07h - 18h (L-D)	7208.00	4312.00	2954	kWh	285.89
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18h - 22h (L-D)	3597.00	2213.00	1412	kWh	127.09
Activa 22h00 - 08h00 (L-V) 22h - 07h (L-D)	6322.00	3796.00	2577	kWh	185.54
Reactiva 00h - 24h (L-D)	15595.00	9566.00	6459	kVArh	0
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 07h - 18h (L-D)	13.86		12	kW	3
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 18h - 22h (L-D)	16.20		17	kW	3
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V) 22h - 07h (L-D)	15.81		18	kW	3
Máxima			17	kW	3
Demanda Cliente			17	kW	3

Consumo Interno Transformador	Consumo	Unid.
Energía	136	kWh
Demanda	1	kW

Consumos

Demanda facturada

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
VALOR CONSUMO:	578.48
DEMANDA	81.43
PENALBAJO FACT.POTE	172.12
COMERCIALIZACION	1.41
I.V.A.(0%)	0.00
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):	833.44
ALUMBRADO PÚBLICO:	100.71
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):	100.71
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
INTERES MORA	5.89
SUBTOTAL OTROS:	5.89
TOTAL SE, AP Y OTROS (1):	940.04

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica	324.58
TOTAL:	324.58

2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
CREDITO POR FACTURAC (CUOTA 10 DE 12)	696.81
VALORES PENDIENTES (2):	696.81

3. RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO(SE)-PLANES DE FINANCIAMIENTO

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/ DÉBITO	OTROS
			940.04

TOTAL	
Servicio Eléctrico-Alumbrado Público (1)	940.04
Valores Pendientes (2)	696.81
Recaudación Terceros SE (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1+2+3)	1,636.85

0

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN CUERPO DE BOMBEROS FCO DE ORELLANA	
RUC: 2260004530000	Suministro: 45697-7
Nombre: GOMEZ SEDAMANOS SEGUNDO THUES Cédula/R.U.C.: 1706717020001	
Dirección servicio: VIA LORETO KM 1 COMEDOR	
Fecha de Emisión: 2018-06-08	
CONCEPTO	VALOR
IMPUESTO BOMBEROS	5.79
TOTAL TRIBUTOS CUERPO DE BOMBEROS (4):	5.79

0

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM FCO. ORELLANA	
RUC: 1560000780001	Suministro: 45697-7
Nombre: GOMEZ SEDAMANOS SEGUNDO THUES Cédula/R.U.C.: 1706717020001	
Dirección servicio: VIA LORETO KM 1 COMEDOR	
Fecha de Emisión: 2018-06-08	
CONCEPTO	VALOR
TASA RECOLECCION BAS	47.00
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):	47.00

0

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	1,636.85
Total Tributo Cuerpo de Bomberos (4)	5.79
Total Tasa Recolección Basura (5)	47.00
Total Otros Rubros Terceros (6)	0.00
TOTAL A PAGAR (USD)	1,689.64