

**CONTROL DE PERDIDAS DE ENERGIA MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE  
EQUIPOS BICUERPOS EN UN SECTOR SUBNORMAL DE LA REGION  
MAGDALENA MEDIO DE BARRANCABERMEJA, CON ANTECEDENTES DE  
REINCIDENCIA EN LA DEFRAUDACCION DE FLUIDOS DE ENERGIA  
ELECTRICA**

**ING. PAOLA ANDREA MENDEZ FUENTES  
ING. FELIX YAZMIR OLIVEROS PORRAS**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA  
BUCARAMANGA  
2015**

**CONTROL DE PERDIDAS DE ENERGIA MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE  
EQUIPOS BICUERPOS EN UN SECTOR SUBNORMAL DE LA REGION  
MAGDALENA MEDIO DE BARRANCABERMEJA, CON ANTECEDENTES DE  
REINCIDENCIA EN LA DEFRAUDACION DE FLUIDOS DE ENERGIA  
ELECTRICA**

**ING. PAOLA ANDREA MENDEZ FUENTES  
ING. FELIX YAZMIR OLIVEROS PORRAS**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de:  
Especialista en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica**

**Director:  
M. Sc. Jorge Hernando Ramón Suarez**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA  
BUCARAMANGA  
2015**

## **DEDICATORIA**

A Dios, mi hija Salomé quien nos  
acompañó en todas las clases, mi esposa,  
mi familia y ESSA.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser la guía de mi camino, por estar en los buenos y malos momentos dándonos la fortaleza para seguir adelante.

A mi esposa que ella es mi alegría para seguir adelante.

A mi familia quien siempre nos apoya y nos anima para conseguir nuestros logros personales y profesionales.

A la ESSA porque ella es la que nos ha hecho surgir como profesionales y siempre nos ha brindado su confianza y apoyo.

A nuestros compañeros por compartir sus experiencias y conocimientos que son muy valiosos en el ámbito profesional.

A todos, ¡muchas gracias!

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	19
1. CONCEPTOS Y GENERALIDADES – “PROYECTO DE BUENA ENERGÍA PARA TODOS” .....	20
1.1 ÁREAS O ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA .....	20
1.2 CONFORMACIÓN DE EQUIPO DE TRABAJO DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA.....	26
1.3 HISTOGRAMA DE TRANSFORMADORES DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA.....	28
1.4 ASENTAMIENTO HUMANO EN NUESTRO SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	32
1.5 TRANSFORMADORES INTERVENIDOS Y QUE PRESENTAN REINCIDENCIA .....	33
2. CONCEPTOS Y METODOLOGÍAS – EN ESTE CAPITULO SE IDENTIFICA Y FORMULA LA PROBLEMÁTICA DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA .....	36
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA PARA INTERVENCIÓN DEL TRANSFORMADOR 707395.....	36
2.2 IDENTIFICACIÓN DEL TRANSFORMADOR 707395. ....	36
2.2.1 Ubicación en el municipio. ....	38
2.2.2 Topología.....	39
2.3 MODELO FINANCIERO DE LAS PÉRDIDAS .....	41
3. CASO DE ESTUDIO – CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO, PLANEACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE INTERVENCIÓN. ....	44

3.1 CARACTERIZACIÓN ASENTAMIENTO HUMANO BARRIO LOS ALPES (ALTOS DE BRISAS DEL ORIENTE).....	44
3.1.1 Características de los predios.....	45
3.1.2 Propiedad de los predios .....	45
3.1.3 Aspectos socioeconómicos.....	46
3.1.4 Aspectos técnicos de los predios.....	46
3.1.5 Uso del servicio de energía eléctrica .....	47
3.1.6 Aspectos del entorno social .....	48
3.2 REPLANTEO Y DISEÑO PARA LOS TRABAJOS DE EXPANSIÓN.....	49
3.3 CONSTRUCCIONES DE REDES EN BAJA TENSIÓN PARA INTERVENCIÓN DE TRANSFORMADORES CON PÉRDIDAS NO TÉCNICAS ALTAS. ....	50
3.3.1 Red abierta .....	50
3.3.2 Red telescópica .....	50
3.3.3 Red trenzada .....	51
3.3.4 Red chilena.....	52
3.4 EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONEXIÓN EN REDES DE BAJA TENSIÓN.....	53
3.4.1 Medidor electromecánico con display ciclo métrico .....	53
3.4.2 Medidor electrónico con display ciclo métrico .....	54
3.4.3 Medidor electrónico con display electrónico.....	54
3.4.4 Medidor en dos cuerpos.....	55
3.4.4.1 Identificación de componentes.....	55
3.5 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TRANSFORMADOR 707395, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA. ....	58
4. PROPUESTAS DESCRIPTIVAS DE LA DE INTERVENCIÓN TRANSFORMADOR 707395.....	60
4.1 ANÁLISIS FINANCIERO.....	60

4.2 EXPANSIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR DENOMINADO ASENTAMIENTO HUMANO LOS ALPES.....	63
4.2.1 Diseño para la expansión en media tensión. ....	63
4.2.1.1 Expansión en media tensión.....	63
4.2.2 Expansión en baja tensión.....	66
4.3 SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPO DE MEDIDA. ....	68
5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA DE INTERVENCION TRANSFORMADOR 707395 DESPUES.....	70
5.1 SELECCIÓN Y ARMADO DEL CONCENTRADOR.....	70
5.1.1 Vulnerabilidad en el concentrador.....	73
5.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	74
5.2.1 Trabajos realizados por el grupo de redes.....	74
5.2.2 Trabajos realizados por el grupo de normalización usuarios.....	76
5.2.3 Panorámica de los trabajos realizados.....	80
5.3 RESULTADOS OBTENIDOS.....	83
5.4 RESULTADOS FINANCIEROS CON EL SEGUIMIENTO.....	86
6. CONCLUSIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Zonas de distribución de energía centro de control ESSA [7].	20
Figura 2. Zona de distribución norte de energía - Centro de control ESSA [7].	21
Figura 3. Zona de distribución sur de energía - Centro de control ESSA [7].	22
Figura 4. ADE Sur región metropolitana [7].	23
Figura 5. ADE Norte región magdalena medio y cimitarra [7].	24
Figura 6. ADE Norte región san Alberto [7].	24
Figura 7. ADE Sur región sureste [7].	25
Figura 8. Propósito del equipo Proyecto Buena Energía [7].	27
Figura 9. Meta del equipo Proyecto Buena Energía [7].	27
Figura 10. Observatorio de precariedad urb. del área de Bucaramanga, CDM [13].	32
Figura 11. Balance de energía sistema de información Energis [7].	37
Figura 12. Resultados del balance sistema de información Energis [7].	38
Figura 13. Ubicación del proyecto en el municipio de Barrancabermeja [12].	38
Figura 14. Identificación del proyecto, el cual presenta posible expansión ilegal [12].	39
Figura 15. Topología del transformador 707395.	40
Figura 16. Topología transformador 707395 en sistema de información Energis [7].	40
Figura 17. Plano posible expansión en M.T y B.T transformador 707395.	49
Figura 18. Red de B.T en líneas abiertas.	50
Figura 19. Red Telescópica para la distribución local B.T [10].	51
Figura 20. Red trenzada para distribución en B.T.	51
Figura 21. Fraude más común en la red trenzada.	52
Figura 22. Implementación de la red chilena.	52

Figura 23. Medidor electromecánico con display ciclo métrico.	53
Figura 24. Medidor electrónico con display ciclo métrico.	54
Figura 25. Medidor electrónico con display digital.	54
Figura 26. Sistema de medición de la energía eléctrica en dos cuerpos.	55
Figura 27. Medidor electrónico con display digital y puerto de comunicación.	55
Figura 28. Modulo repetidor de la medición en dos cuerpos.	56
Figura 29. Conexión del medidor y el repetidor en la medición de energía.	56
Figura 30. Display del medidor electrónico mostrando la energía registrada.	57
Figura 31. Display del repetidor visualizando la energía registrada por el medidor.	57
Figura 32. Asentamiento humano denominado los Alpes.	58
Figura 33. Identificación punto de conexión del Asentamiento Humano.	59
Figura 34. Medidores manipulados en las conexiones y el mecanismo.	59
Figura 35. Análisis financiero del proyecto denominado los Alpes.	61
Figura 36. Diseño de construcción Asentamiento humano los Alpes	63
Figura 37. Diseño en baja tensión asentamiento humano los Alpes.	66
Figura 38. Plano de distribución de cargas concentrador_usuarios.	67
Figura 39. Instalación común de la medición en dos cuerpos.	68
Figura 40. Elster A150 medidor [8] y repetidor.	69
Figura 41. Soporte caja concentradora.	71
Figura 42. Instalación de barraje fase y neutro en caja concentradora.	71
Figura 43. Cableado de líneas de entrada barraje medidor al elster A150.	72
Figura 44. Caja concentradora.	72
Figura 45. Dispositivo de cierre de accionamiento magnético [9].	73
Figura 46. Dispositivo y llave para su accionamiento [9].	73
Figura 47. Panorámica de linieros en instalación de crucetas M.T.	76
Figura 48. Caja concentradora en cruceta instalada por el grupo de redes.	76
Figura 49. Personal de normalización entorchando las líneas (Red Chilena).	78
Figura 50. Ordenando y dándole trazado a las líneas (Red Chilena).	79
Figura 51. Tramos finales en donde se aprecian pocas las líneas (Red Chilena).	79

Figura 52. Panorámica asentamiento Los Alpes antes y después (Red Chilena).	80
Figura 53. Cajas concentradoras (Red Chilena).	81
Figura 54. Panorámica final de transformador y cajas concentradoras.	81
Figura 55. Panorámica final de tramo 1.	82
Figura 56. Panorámica final de tramo 2.	82
Figura 57. Panorámica final de tramo 3.	82
Figura 58. Panorámica final de tramo 1.	83

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Transformadores con macromedición por regiones.	29
Gráfica 2. Identificación de clientes por regiones.	29
Gráfica 3. Energía de entrada en cada región.	30
Gráfica 4. Índice de pérdidas en cada región.	30
Gráfica 5. Pérdidas de energía promedio por cliente cada región.	31
Gráfica 6. Indicadores de intervención del año 2014.	34
Gráfica 7. Indicadores año 2014 transformadores recuperados Vs reincidentes.	35
Gráfica 8. Comportamiento de pérdidas de energía transformador 707395.	37
Gráfica 9. Comportamiento del costo unitario del kilovatio.	41
Gráfica 10. Comportamiento perdidas Trafo 707395 de enero a agosto del 2014.	42
Gráfica 11. Comportamiento pérdidas de energía en pesos del Trafo 707395.	42
Gráfica 12. Encuesta sobre los predios de asentamiento humano los Alpes.	45
Gráfica 13. Encuesta aspectos socioeconómicos.	46
Gráfica 14. Encuesta aspectos técnicos de los predios.	47
Gráfica 15. Encuesta uso del servicio de energía eléctrica	48
Gráfica 16. Comportamiento proyectado del transformador a instalar.	65
Gráfica 17. Evaluación del proyecto asentamiento humana los Alpes.	83
Gráfica 18. Comportamiento pérdidas no técnicas promedio por usuario.	89
Gráfica 19. Comportamiento pérdidas no técnicas del transformador 707395.	89

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Información básica del histograma de transformadores.	28
Tabla 2. Información discriminada por cada una de las regiones.	28
Tabla 3. Información discriminada de los transformadores intervenidos en el 2014.	33
Tabla 4. Información transformadores en el año 2014 región magdalena medio.	34
Tabla 5 Datos del costo unitario del kWh en los años 2013 y 2014 en ESSA.	41
Tabla 6. Datos de pérdidas de energía Trafo 707395 de Enero a Agosto del 2014.	42
Tabla 7. Datos de las pérdidas de energía en pesos del Trafo 707395.	42
Tabla 8. Inversión del proyecto e ingresos mensuales de recuperación proyectados.	61
Tabla 9. Evaluación financiera inicial para identificar la viabilidad del proyecto.	62
Tabla 10. Consumos promedio estrato 2 tomada de sistema de información.	64
Tabla 11. Información básica de potencia y energía del transformador proyectado.	64
Tabla 12. Análisis de cargabilidad.	65
Tabla 13. Análisis transformador 707395 antes de intervención seis meses.	84
Tabla 14. Análisis transformador 707395 después de intervención seis meses.	85
Tabla 15. Transformador 707395 proyección seis meses después de seguimiento.	86
Tabla 16. Datos presupuestales proyectó Asentamiento humano Los Alpes.	87
Tabla 17. Datos presupuestales egresos e ingresos totales de trafo 707395.	87
Tabla 18. inversión realizada por ESSA_grupo EPM.	87
Tabla 19. Aumento de facturación en millones de pesos.	87
Tabla 20. Aumento de facturación en millones de pesos durante el primer año.	88

Tabla 21. Análisis financiero a cinco años.

88

## GLOSARIO

**Diagnóstico:** consiste en determinar las condiciones eléctricas particulares de un transformador de distribución

**Revisión:** Actividades y procedimientos que realiza la empresa para verificar el estado de los equipos de medida, sellos de seguridad, instalaciones eléctricas, acometidas, líneas y redes eléctricas buscando corroborar el correcto cumplimiento del contrato o detectar la causa que diera origen a desviaciones significativas

**SAC:** Sistema de Administración Comercial.

**Usuario Legalizado:** usuario al que se le instala un medidor de energía y se incluye en el SIC de la Empresa, convirtiéndose en cliente de la misma, el cual se encontraba haciendo uso del servicio de energía sin la autorización de la Empresa.

**Usuario Normalizado:** usuario al que se le instala el medidor de energía para comenzar su facturación por consumo real, ya que se le facturaba por consumo promedio

## RESUMEN

**TÍTULO:** CONTROL DE PERDIDAS DE ENERGIA MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE EQUIPOS BICUERPOS EN UN SECTOR SUBNORMAL DE LA REGION MAGDALENA MEDIO DE BARRANCABERMEJA, CON ANTECEDENTES DE REINCIDENCIA EN LA DEFRAUDACION DE FLUIDOS DE ENERGIA ELECTRICA\*

**AUTORES:** ING. PAOLA ANDREA MENDEZ FUENTES  
ING. FELIX YAZMIR OLIVEROS PORRAS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Medición en dos cuerpos, repetidor, concentrador, índice de pérdidas energía no técnica, reincidencia.

### DESCRIPCIÓN:

El fenómeno de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica desde hace mucho tiempo atrás es una preocupación de ESSA, dada las implicaciones que este fenómeno representa en los análisis financieros de las empresas operadoras de red y en muchos casos compromete incluso la viabilidad financiera de las mismas. En los últimos años, las políticas definidas por la comisión de regulación de energía y gas (CREG) han regulado a las empresas operadoras de red, como la electrificadora de Santander grupo EPM, a alcanzar niveles óptimos de índice de pérdidas no técnicas de energía e implementar planes de control y reducción de pérdidas de energía no técnicas. Esto ha llevado a la necesidad de implantar nuevas prácticas para identificar y crear soluciones de acciones correctivas y preventivas para lograr mínimos niveles de pérdidas no técnicas de energía establecidos. Teniendo en cuenta el alto índice de reincidencia en fraudes eléctricos y las anomalías en el equipo de medida, se requiere la implementación de nuevas tecnologías con la medición en dos cuerpos. Con ello, nace una opción para lograr esos indicadores; cuyo principal objetivo es proteger el medidor de los clientes, con el fin de evitar que se pueda manipular. Con ello, nace una opción para lograr esos indicadores; cuyo principal objetivo es proteger el medidor de los clientes, con el fin de evitar que se pueda manipular.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Especialización en Sistema de Distribución de Energía Eléctrica. Director: M. Sc. Jorge Hernando Ramón Suarez

## SUMMARY

**TITLE:** CONTROL OF ENERGY LOSSES THROUGH THE IMPLEMENTATION OF EQUIPMENT TWO BODIES IN A NEIGHBOURHOOD SUBNORMAL MAGDALENA MIDDLE REGION OF BARRANCABERMEJA, RECIDIVISM BACKGROUND WITH DEFRAUDACION FLUID IN ELECTRICITY\*

**AUTHOR:** ENG. PAOLA ANDREA MENDEZ FUENTES.  
ENG. FELIX YAZMIR OLIVEROS PORRAS.\*\*

**KEYWORDS:** Measurement in two bodies, repeater, hub, index of non-technical energy loss, recidivism.

### DESCRIPTION:

The phenomenon of energy losses from long ago is a concern of ESSA, given the implications this phenomenon represents the analysis operating companies financial network and often compromising even the financial viability of the same. Over the last few years, the policies defined by the commission on energy and gas regulation (CREG), they have regulated to the operating companies network as power Company of Santander group Epm, to achieve optimal levels of index of non-technical losses of electric power and implement control plans and non-technical loss reduction of electrical energy. This has led to the need to implement new practices to identify and create solutions for corrective and preventive actions to achieve minimum levels of non-technical losses of electric power established. Given the high rate the recidivism in electrical fraud and abnormalities in the measuring equipment, implementing new required the new technology, by measuring in two bodies, born an option to achieve these indicators, where your main objective is to protect the meter customer with the end can prevent handle the meter. Given the high rate the recidivism in electrical fraud and abnormalities in the measuring equipment, implementing new required the new technology, by measuring in two bodies, born an option to achieve these indicators, where your main objective is to protect the meter customer with the end can prevent handle the meter.

---

\* Monograph

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineerings. School of Electrical Engineering, Electronic and Telecommunication. Specialization in Distribution Systems. Director: M. Sc. Jorge Hernando Ramón Suarez

## INTRODUCCIÓN

El fenómeno de las pérdidas de energía eléctrica es desde hace mucho tiempo atrás una preocupación de ESSA, dada las implicaciones que este fenómeno representa para los análisis financieros de las empresas operadoras de red y que en muchos casos compromete incluso la viabilidad financiera de las mismas.

En los últimos años, las políticas definidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) han obligado a las empresas electrificadoras a alcanzar niveles óptimos e implementar planes de recuperación de energía. De esta forma, han visto la necesidad de implementar nuevas prácticas para identificar y llevar a cabo acciones correctivas y preventivas para lograr mínimos niveles de pérdidas.

En este documento revisaremos la intervención del transformador con código interno 707395, del municipio de Barrancabermeja, asignado en el histograma de enero del 2014 con unas pérdidas de 8.047 kWh/hora\_mes y un IP del 35.29 %. La intervención incluyó la implementación de la medida en dos cuerpos y la eliminación de la red de baja tensión denominada Red chilena; en el asentamiento humano los Alpes.

Presentaremos la identificación, el diagnóstico, la planeación de los recursos y la ejecución del proyecto, donde definimos la implementación de nuevas tecnologías en temas tan complicados como el crecimiento de asentamientos humanos para el control y la reducción de las pérdidas de energía no técnicas.

## 1. CONCEPTOS Y GENERALIDADES – “PROYECTO DE BUENA ENERGÍA PARA TODOS”

Este capítulo nos dará a conocer la estructura básica del “proyecto buena energía para todos” el cual fue creado para la reducción y control de pérdidas de energía en ESSA, las zonas de distribución, regiones e indicadores por cada una de ellas.

### 1.1 ÁREAS O ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

Las zonas de distribución en la electrificadora de Santander- Grupo EPM se crearon para mejorar los procesos de atención técnica de clientes; mejoran los tiempos de atención de arreglos y reposición de redes; y cuentan con equipos especializados para cada labor como operador de red.

**Figura 1. Zonas de distribución de energía centro de control ESSA [7].**



La electrificadora de Santander- Grupo EPM cuenta con dos zona de distribución de energía: la zona de distribución Norte y la zona de distribución sur; en ellas atiende más de 96 municipios, incluyendo municipios en el sur del cesar en donde alimenta la parte rural y urbana de San Martín y San Alberto, en Norte de Santander los municipios de la Esperanza, Río de Oro y Aguachica y en el sur de Bolívar San Pablo y Cantagallo.

**Figura 2. Zona de distribución norte de energía - Centro de control ESSA [7].**



**Figura 3. Zona de distribución sur de energía - Centro de control ESSA [7].**



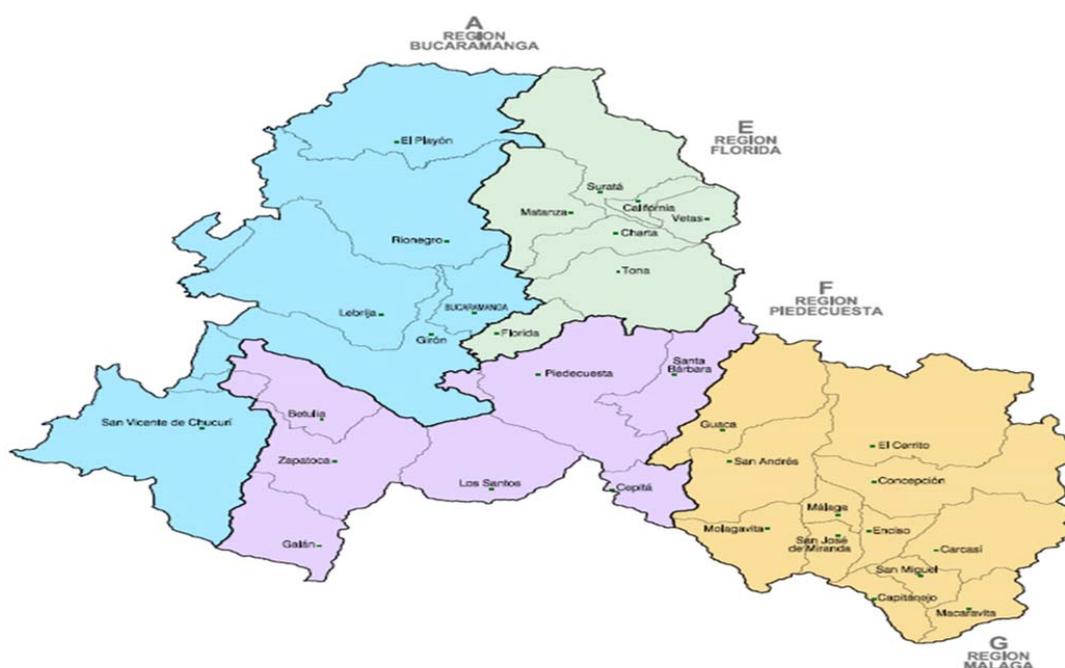
Para el mejor control y reducción de pérdida dentro de cada una de las zonas de distribución, se realizó una selección de municipios basados en distancias, áreas de influencia, circuitos, clientes y subestación; quedando de la siguiente manera:

**Grupo1 - Metropolitano:** En este grupo se incluyeron los municipios relacionados en los siguientes subgrupos:

- **Subgrupo 1 Bucaramanga:** Su sede será Bucaramanga y atenderá los municipios de Bucaramanga, Girón, Lebrija, los Santos, Piedecuesta, Floridablanca, Santa Bárbara y Cepitá.
- **Subgrupo 2 Rionegro:** Su sede será Rionegro y atenderá los municipios de Rionegro y El Playón.
- **Subgrupo 3 San Vicente de Chucurí:** Su sede será San Vicente de Chucurí y atenderá los municipios de San Vicente de Chucurí, el Carmen de Chucurí, Zapatoca y Betulia.

- **Subgrupo 4 California:** Su sede será California y atenderá los municipios de California, Vetas, Matanza, surata, Charta y Tona.
- **Subgrupo 5 Málaga:** Su sede será Málaga y atenderá los municipios de Málaga, Guaca, Molagavita, San Andrés, El Cerrito, Concepción, Carcasí, Enciso, San Miguel, Macaravita, Capitanejo, San José de Miranda.

Figura 4. ADE Sur región metropolitana [7].



**Grupo 2 – Región magdalena medio:** En este grupo se incluyeron los municipios relacionados en los siguientes subgrupos:

- **Subgrupo 1 Barrancabermeja:** Su sede será Barrancabermeja y atenderá los municipios de Barranca y Bajo Simacota.
- **Subgrupo 2 Cimitarra:** Su sede será Cimitarra y atenderá los municipios de Cimitarra, Puerto Parra y Landázuri.

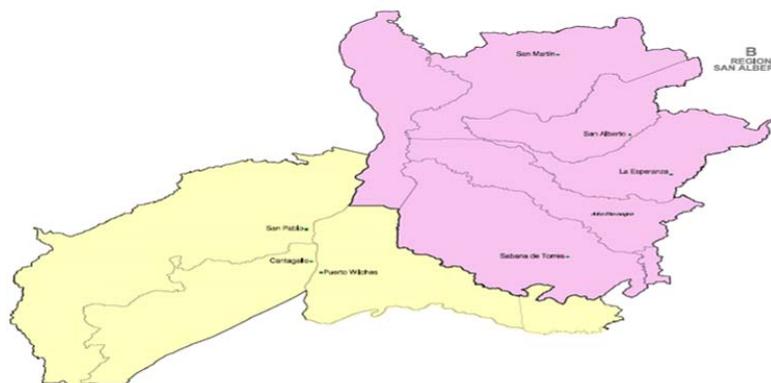
**Figura 5. ADE Norte región magdalena medio y cimitarra [7].**



**Grupo 3 – Región San Alberto:** En este grupo se incluyeron los municipios relacionados en los siguientes subgrupos:

- **Subgrupo 1 San Alberto:** Su sede será San Alberto, atenderá los municipios de San Alberto, La Esperanza, San Martín, Aguachica y Rio de Oro.
- **Subgrupo 2 Sabana de Torres:** Su sede será Sabana de Torres y atenderá los municipios de Sabana de Torres, San Rafael y Corregimiento Vijagal.
- **Subgrupo 3 Puerto Wilches:** Su sede será Puerto Wilches y atenderá el municipio de Puerto Wilches.
- **Subgrupo 4 San Pablo:** Su sede será San Pablo y atenderá los municipios de San Pablo y Cantagallo.

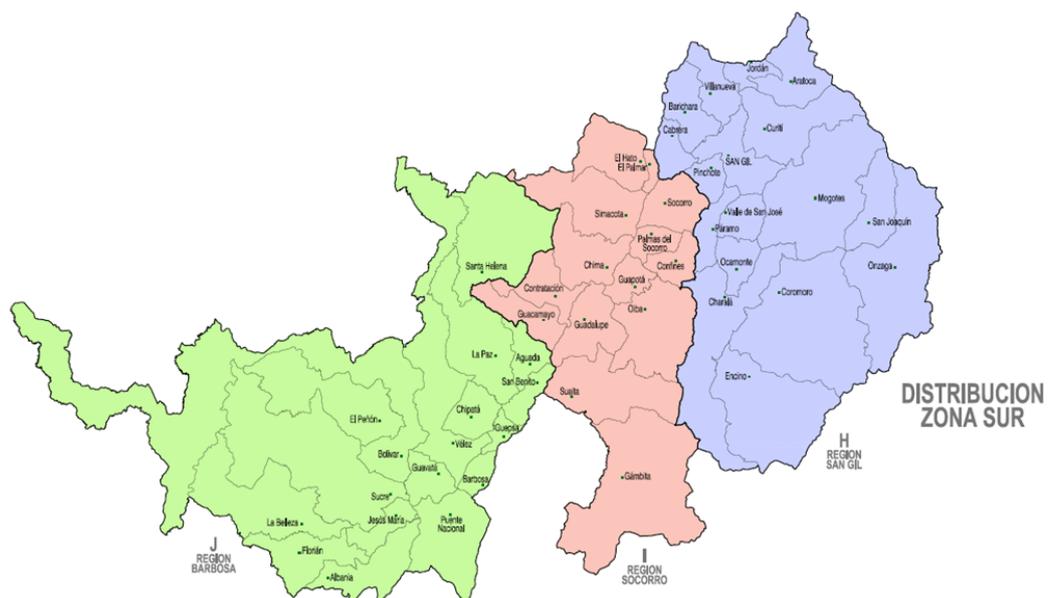
**Figura 6. ADE Norte región san Alberto [7].**



**Grupo 4 – Región Sur:** En este grupo se incluyeron los municipios relacionados en los siguientes subgrupos:

- **Subgrupo 1 San Gil:** Su sede será San Gil y atenderá los municipios de San Gil, Villanueva, Jordán, Aratoca, Barichara, Cabrera, Pinchote, Curití, Páramo, Valle de San José, Mogotes, San Joaquín, Onzaga, Coromoro, Ocamonte, Charalá y Encino.
- **Subgrupo 2 Socorro:** Su sede será Socorro y atenderá los municipios de Socorro, El Palmar, El Hato, Simacota, Palmas del Socorro, Confines, Guapotá, Chima, Contratación, Guacamayo, Guadalupe, Oiba, Suaita, Gambita, Galán y Corregimiento de La fuente.
- **Subgrupo 3 Barbosa:** Su sede será Barbosa y atenderá el municipio de Barbosa, Albania, Bolívar, Chipatá, El Peñón, Florián, Guavata, Guepsa, Jesús María, La Belleza, La Paz, La Aguada, Puente Nacional, San Benito, Santa Helena de Opón, Sucre, Vélez, y Pauna.

**Figura 7. ADE Sur región sureste [7].**



## **1.2 CONFORMACIÓN DE EQUIPO DE TRABAJO DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA**

Un proceso de reducción y control de pérdidas de energía requiere un equipo de trabajo muy calificado, comprometido y honesto. Básicamente el equipo de control de pérdidas de energía se compone de tres grupos de trabajo: el equipo de gestión, el de control y el de soporte administrativo.

**Equipo de gestión:** Es el equipo de análisis, que soporta y garantiza el éxito de los programas de control. Se encarga de todos los cálculos para los balances de energía del sistema. También direcciona acciones a través de las bases de datos de ESSA, estadísticas y manejo de herramientas de office. Igualmente, tienen la responsabilidad de la elaboración de informes, reportes, histogramas, gráficas, seguimiento en general; así como del estudio y recomendación de nuevas tecnologías que se requieran para el manejo de información.

**Equipo de control:** Es el equipo encargado de la interventoría en terreno. Tienen la responsabilidad de visitar las cuadrillas que realizan las actividades de normalización, legalización, macromedición y redes. Interventoría debe garantizar el cumplimiento de rendimientos, efectividad, cumplimiento de normas de seguridad y la organización del equipo de ejecución para ser eficientes.

**Equipo de soporte administrativo:** Es el equipo responsable de realizar la planeación requerida, de controlar los niveles de inversión, la medición de indicadores y la evaluación financiera del proyecto. Este equipo tiene un perfil gerencial, más que técnico, con habilidades administrativas para que faciliten la planeación táctica, el cálculo y manejo de presupuesto; así como el manejo de recurso humano.

Figura 8. Propósito del equipo Proyecto Buena Energía [7].



Actualmente el proyecto de reducción y control de pérdidas tiene 54 personas vinculadas directamente con ESSA y más de 400 trabajadores de aliados comerciales (contratistas).

Figura 9. Meta del equipo Proyecto Buena Energía [7].



### 1.3 HISTOGRAMA DE TRANSFORMADORES DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA.

El histograma de transformadores son los datos consolidados de nuestros sistemas de información (SAC, ENERGIS Y SCP) en donde se identifican los transformadores a intervenir para la recuperación de energía, para ser planeada y ejecutada, actualmente se encuentra así:

**Tabla 1. Información básica del histograma de transformadores.**

MUNICIPIO	TRAFOS	Clientes	Consumo Macro	Pérdidas	IP
94 Municipios	16.128	492.546	101.385.544	11.721.433	11.56%

La información por grupos de trabajo, para cada una de las regiones, es la siguiente:

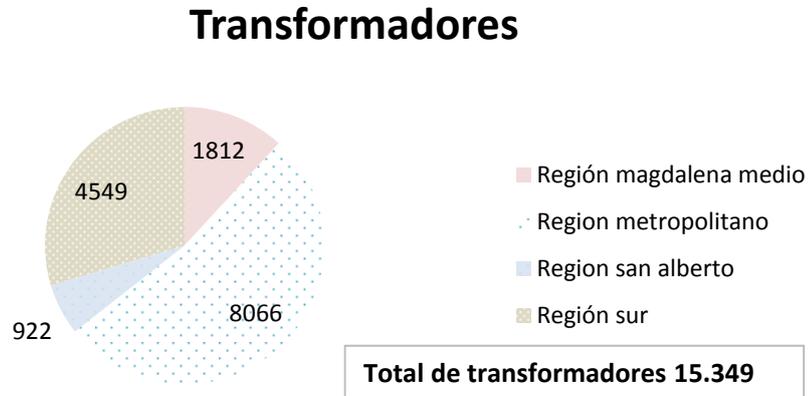
**Tabla 2. Información discriminada por cada una de las regiones.**

Municipio	Transformadores	Clientes	Energía de entrada	Pérdidas	IP
Región magdalena medio	1.812	67.634	22.530.864	3.729.397	16.55%
Región metropolitano	8.066	303.635	62.169.377	5.967.676	9.60%
Región san Alberto	922	13.828	3.320.921	501.704	15.11%
Región sur	4.549	87.851	9.096.578	845.287	9.29%
	15.349	472.948	97.117.740	11.044.064	11.56%

Con base en los datos del histograma podemos deducir lo siguiente:

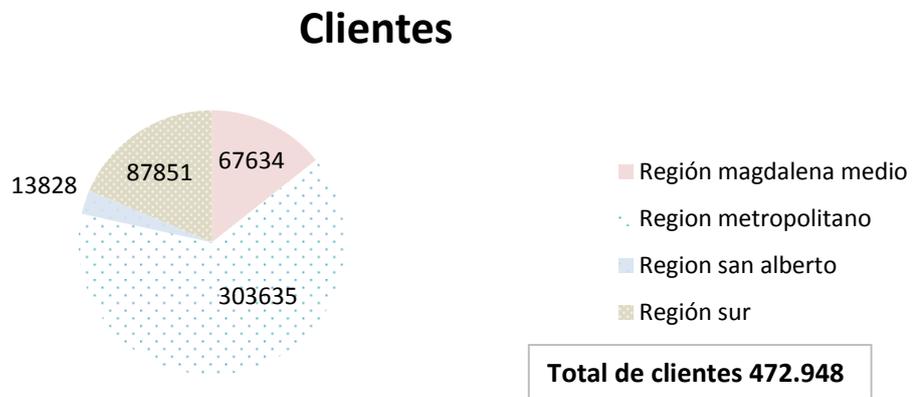
- La región con mayor cantidad de transformadores es la región metropolitana, seguida por la región sur; y la menor cantidad están en la región magdalena medio y san Alberto.

**Gráfica 1. Transformadores con macromedición por regiones.**



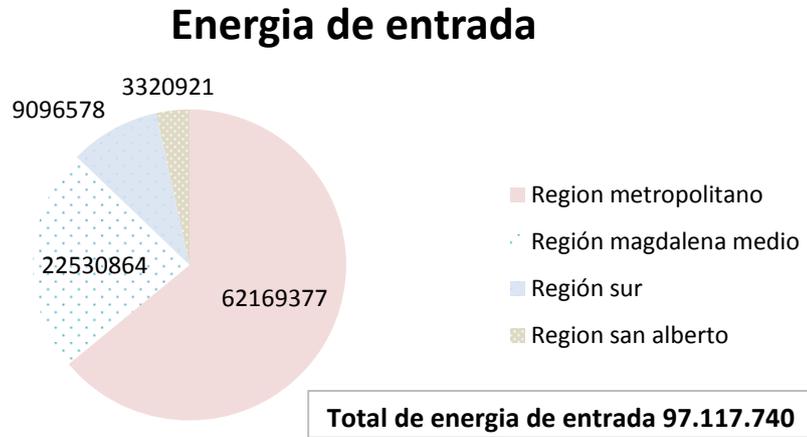
- La región con mayor cantidad de clientes es la región metropolitana, seguida por la región magdalena medio; y la menor cantidad están en la región sur y san Alberto.

**Gráfica 2. Identificación de clientes por regiones.**



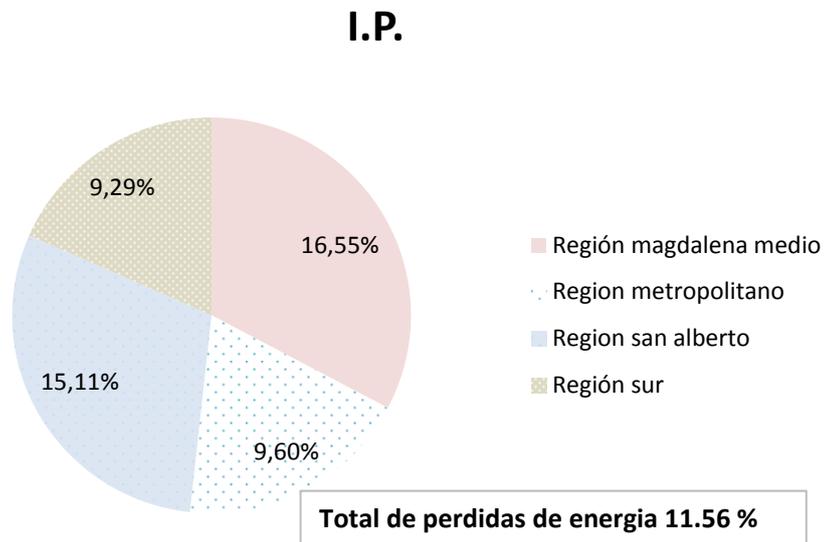
- La región con mayor cantidad de energía de entrada es la región metropolitana, seguida por la región magdalena medio; y la menor cantidad está en la región sur y san Alberto.

**Gráfica 3. Energía de entrada en cada región.**



- La región con mayor cantidad de pérdidas de energía dada en porcentaje es la región magdalena medio, seguida por la región san Alberto; y la menor cantidad está en la región sur y metropolitana.

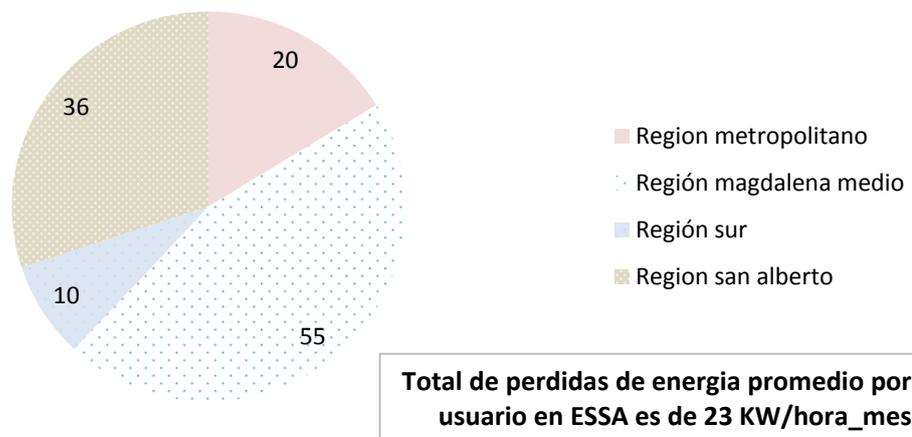
**Gráfica 4. Índice de pérdidas en cada región.**



- La región con mayor cantidad de pérdidas de energía por cliente es la región magdalena medio, seguida por la región san Alberto; y la menor cantidad está en la región sur y metropolitana.

**Gráfica 5. Pérdidas de energía promedio por cliente cada región.**

### Perdidas por clientes



En resumen, analizando todos estos factores se encontró que la región metropolitana es la que presenta la mayor cantidad de pérdidas de energía; pero al mirarlo desde el punto de productiva la región magdalena medio sería la más eficiente para obtener mejores resultados, porque tiene una cantidad de clientes intermedia (**67.634 clientes**), un índice de pérdidas por región alto (**IP 16.55 %**), poca cantidad de transformadores (**1.812 trafos**) y la pérdidas de energía por cliente (**55 kWh/mes**) en el mes supera la pérdida de energía promedio por usuario de ESSA, que es 23 kWh/mes, lo que permite una muy buena recuperación por cliente y a su vez mejora todo el indicador de pérdidas totales de ESSA.

#### **1.4 ASENTAMIENTO HUMANO EN NUESTRO SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Un asentamiento es una concentración de seres humanos que ocupa un territorio urbano, sub-urbano o rural, sin involucrar en este proceso los componentes integrales que se requieren para determinar una habitabilidad digna, segura, funcional, saludable y articulada coherentemente al contexto formal de una temporalidad presente y futura. Este proceso se genera por efectos de invasión o asignación de predios y por desarrollo de unidades de vivienda al margen de un procedimiento legal de urbanización y adecuado de construcción. Las condiciones de ocupación se dan por presiones socio-económicas de carencia e insuficiencia de sus gestores y habitantes, por afectación de agentes sociales externos, por especulación privada ilegal que materializa un mercado paralelo de compra - venta de lotes y unidades de habitación o por desastres naturales [13].

El estado patológico permanente de los asentamientos responde a la ausencia de elementos vitales para desarrollar la vida y ese nivel de “falta de elementos” está condicionado por el paso del tiempo y las variables externas e internas que intervienen permanentemente sobre el territorio y la población. La caracterización de los asentamientos responde a las especificidades de los antecedentes y contextos que determinan su surgimiento y desarrollo [13].

**Figura 10. Observatorio de precariedad urb. del área de Bucaramanga, CDM [13].**



## 1.5 TRANSFORMADORES INTERVENIDOS Y QUE PRESENTAN REINCIDENCIA

Uno de los factores que más afectan los proyectos de pérdidas en el país es el tema de la reincidencia de los clientes con conexiones ilegales, manipulación de la medida, etc. En la siguiente tabla analizaremos la región del Magdalena medio, la cual presenta el mayor grado de reincidencia dentro de las acciones realizadas por el proyecto en los últimos años. Para nuestro estudio tomaremos el comportamiento de Enero a julio del 2014.

**Tabla 3. Información discriminada de los transformadores intervenidos en el 2014.**

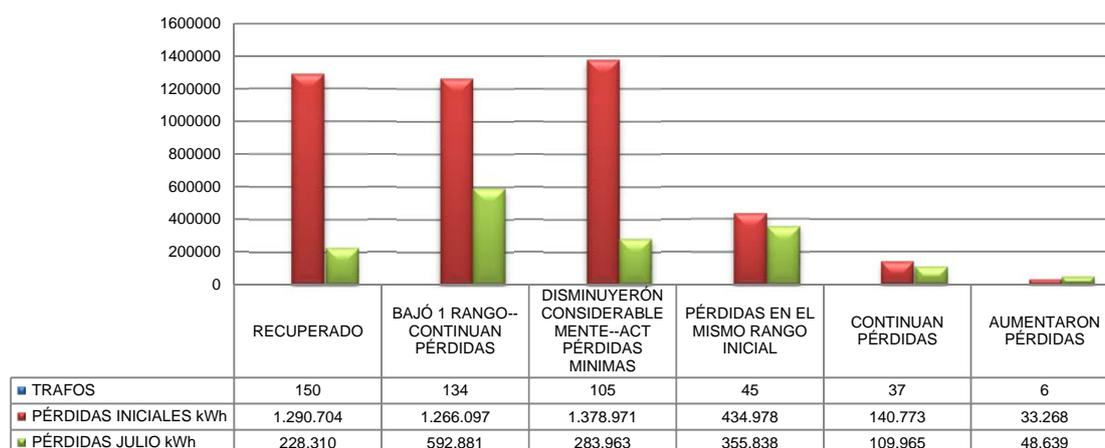
OBSERVACIÓN	TRAFOS	PÉRDIDAS INICIALES kW/h	PÉRDIDAS JULIO kW/h	DIMINUCIÓN kW/h
RECUPERADO	150	1,290,704	228,310	1,062,394
BAJÓ 1 RANGO--CONTINUAN PÉRDIDAS DISMINUYERÓN	134	1,266,097	592,881	673,216
CONSIDERABLEMENTE--ACT PÉRDIDAS MINIMAS	105	1,378,971	283,963	1,095,008
PÉRDIDAS EN EL MISMO RANGO INICIAL	45	434,978	355,838	79,140
CONTINUAN PÉRDIDAS	37	140,773	109,965	30,808
AUMENTARON PÉRDIDAS	6	33,268	48,639	-15,371
<b>Total general</b>	<b>477</b>	<b>4,544,792</b>	<b>1,619,596</b>	<b>2,925,196</b>

Del análisis de información entregada por el equipo de control a las diferentes bases de datos se encontró que en la región Magdalena medio, de 477 transformadores ejecutados por el “proyecto Buena Energía Para Todos”, después de ser intervenidos 171 transformadores continúan con pérdidas, 45

transformadores están en el mismo rango de pérdidas y 6 transformadores aumentaron las pérdidas, para un total de 222 transformadores que después de una intervención se denominan: “transformadores con Reincidencia en las pérdidas de energía No técnica” y a los cuales se les debe aplicar nuevas tecnologías para su reducción y control.

En las siguientes graficas podemos apreciar mejor el comportamiento de la información recopilada en los meses de enero a julio del 2014, y se presenta la necesidad de aplicación de nuevas tecnologías para el control y reducción de pérdidas en sectores con alto grado de reincidencia:

**Gráfica 6. Indicadores de intervención del año 2014.**



**Tabla 4. Información transformadores en el año 2014 región magdalena medio.**

CLASIFICACION TRAFOS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>TRANSFORMADORES INTERVENIDOS</b>	<b>477</b>	<b>100%</b>
TRANSFORMADORES RECUPERADOS	255	53%
TRANSFORMADORES REINCIDENTES	222	47%

**Gráfica 7. Indicadores año 2014 transformadores recuperados Vs reincidentes.**



## **2. CONCEPTOS Y METODOLOGÍAS – EN ESTE CAPITULO SE IDENTIFICA Y FORMULA LA PROBLEMÁTICA DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA**

En este capítulo se describirá brevemente el sector a intervenir, se analizarán las pérdidas de energía no técnicas del sector – de acuerdo con los sistemas de información ESSA – y se mencionarán las tecnologías que se viene utilizando en el sector eléctrico.

### **2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA PARA INTERVENCIÓN DEL TRANSFORMADOR 707395**

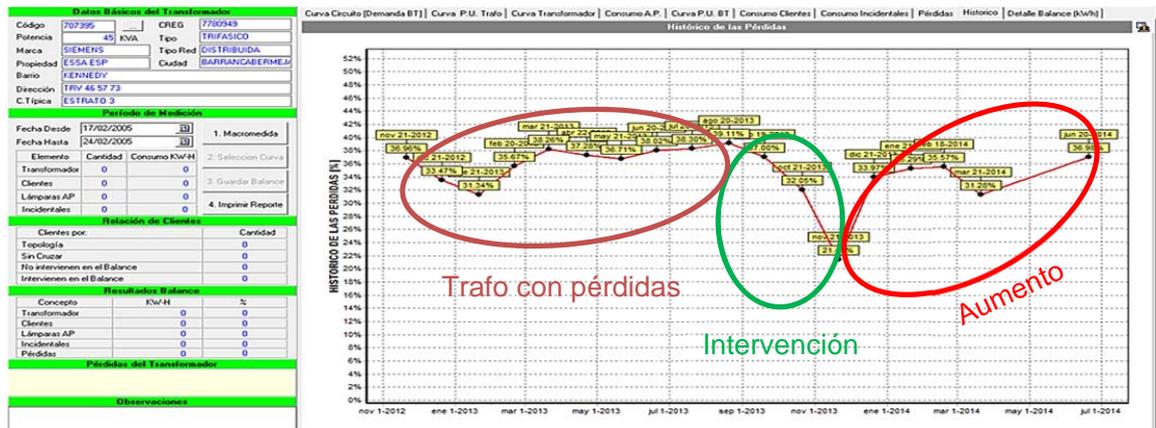
La reincidencia de las clientes con conexiones ilegales, por factores de cultura son los más predominantes en la región Magdalena Medio, esta región tiene el más alto índice de reincidencia, por lo cual se realizó la selección del transformador 707395 en cual se implementaran nuevas estrategias para poder mitigar y educar a nuestros usuarios existentes y nuevos el uso racional de la energía mediante el uso de nuevas tecnologías.

### **2.2 IDENTIFICACIÓN DEL TRANSFORMADOR 707395.**

El transformador código interno 707395, se encuentra ubicado en la región magdalena, municipio de Barrancabermeja Dgn 58 # 145A 114, barrio Kennedy, con una capacidad de 75 kVA, trifásico, que suministra energía a 65 usuarios con conexiones legales y 25 ilegales, el asentamiento humano denominado los Alpes.

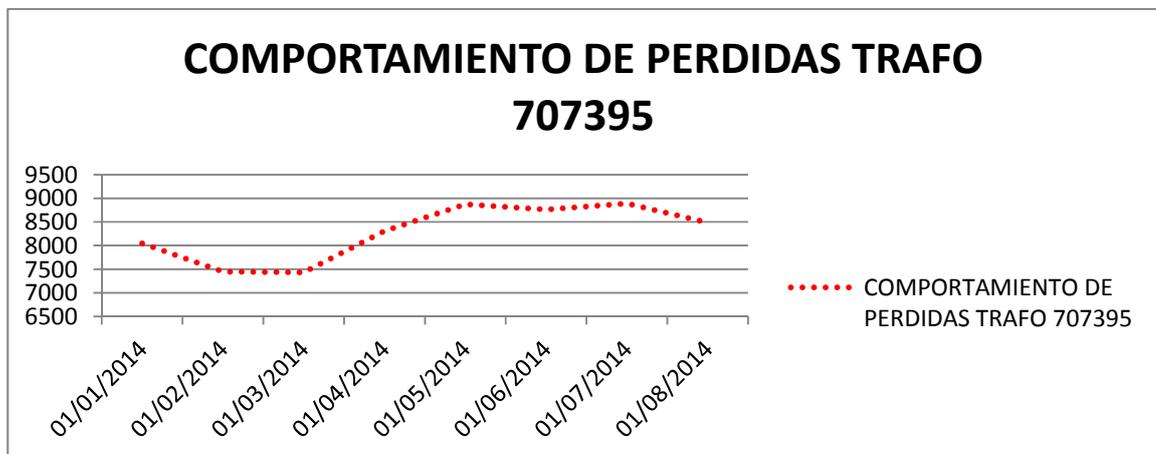
En la siguiente grafica se muestra el comportamiento de las pérdidas de energía y la reincidencia, se observa transformador con pérdidas altas, seguido de una intervención por parte del proyecto de pérdidas con tecnologías existentes y ya para finalizar un nuevo aumento de las pérdidas, esta información fue tomada del sistema de información Energis.

Figura 11. Balance de energía sistema de información Energis [7].



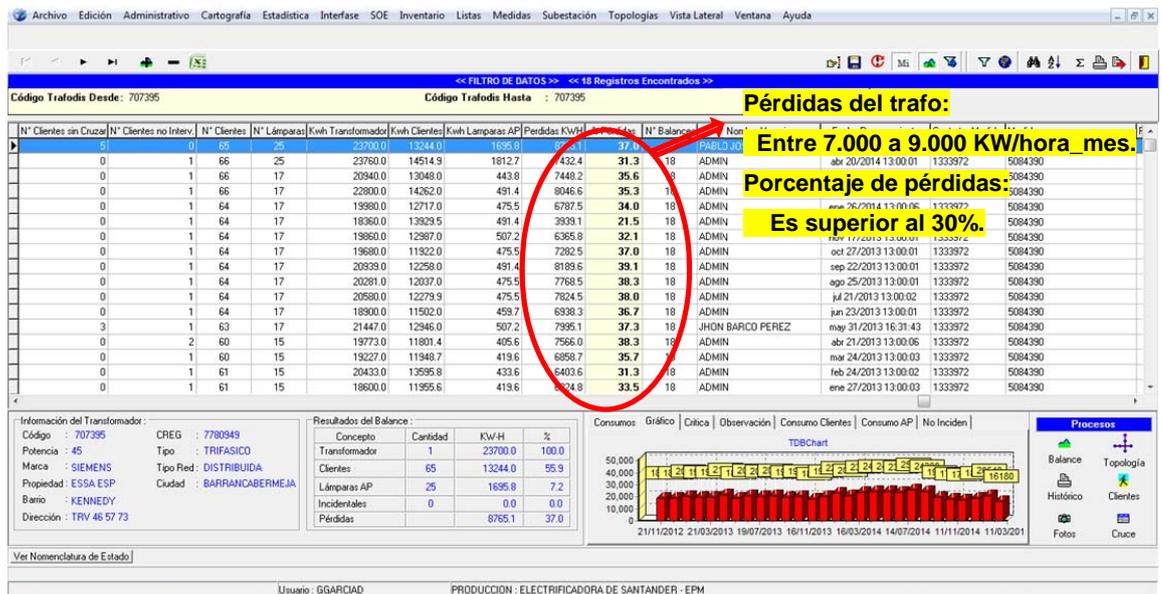
Para nuestro análisis previo se tomaron los 7 primeros meses del año, en los que se observa un aumento en las pérdidas de energía; alcanzando el rango de 7 500 a 9 000 kWh/hora\_mes, como lo muestra la gráfica:

Gráfica 8. Comportamiento de pérdidas de energía transformador 707395.



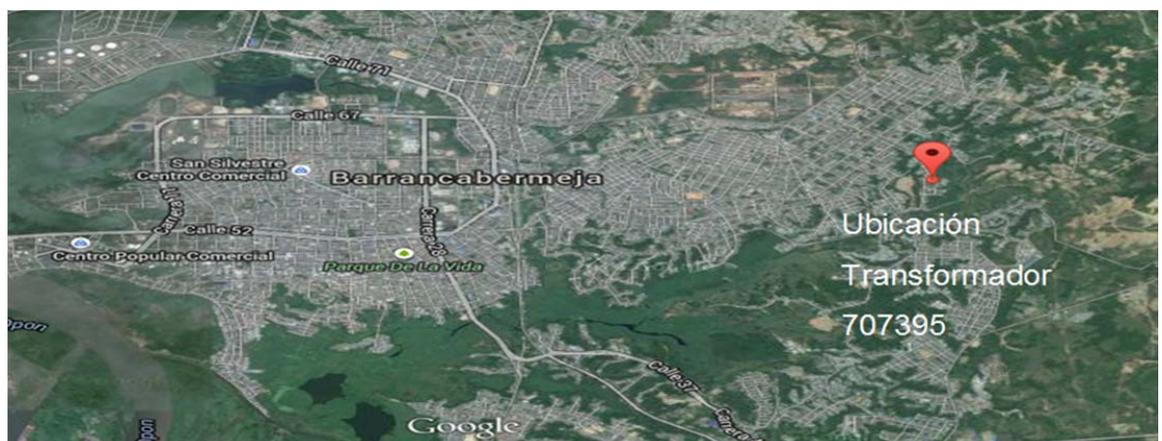
En revisión hecha en el sistema de información Energis, se encontró que el porcentaje de pérdidas de energía superaba el 37%. Es decir, que sólo se facturaba cerca de un 60% de la energía entregada por el transformador.

Figura 12. Resultados del balance sistema de información Energis [7].



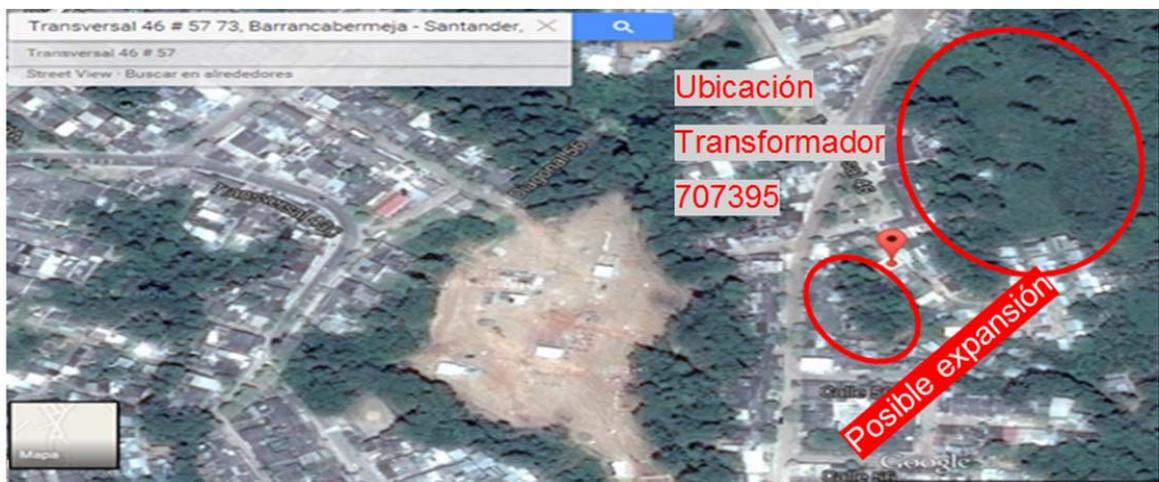
2.2.1 Ubicación en el municipio. El transformador se encuentra ubicado en la Dgn 58 # 145A 114, suministrando energía a usuarios de estratos 1 y 2.

Figura 13. Ubicación del proyecto en el municipio de Barrancabermeja [12].



El sector presenta una invasión denominada los Alpes. Además, si se normaliza y se realiza un proyecto de remodelación y expansión, por el “Proyecto buena energía para todos”, se debe tener en cuenta que existen zonas de posible expansión ilegal; que afectaría las redes de baja tensión existentes en el sector, como se puede apreciar en la figura ##. Esto afectaría la sostenibilidad del proyecto en el tiempo, sin resultados controlables.

**Figura 14. Identificación del proyecto, el cual presenta posible expansión ilegal [12].**



**2.2.2 Topología.** Topología para Transformador nuevo de 45 kVA, sistema de distribución radial, conductor en cable de aluminio trenzado cuádruplex 3 x 2/0 + 1/0, aac, xlpe, neutro ACSR aislado 600 V, con conexión de los usuarios a la red de baja tensión a través de cajas de derivación, ubicadas a dos metros de cada apoyo. Cuenta a su vez con 18 luminarias de alumbrado público, y con conexión ilegal del asentamiento humano llamado los Alpes.

Figura 15. Topología del transformador 707395.

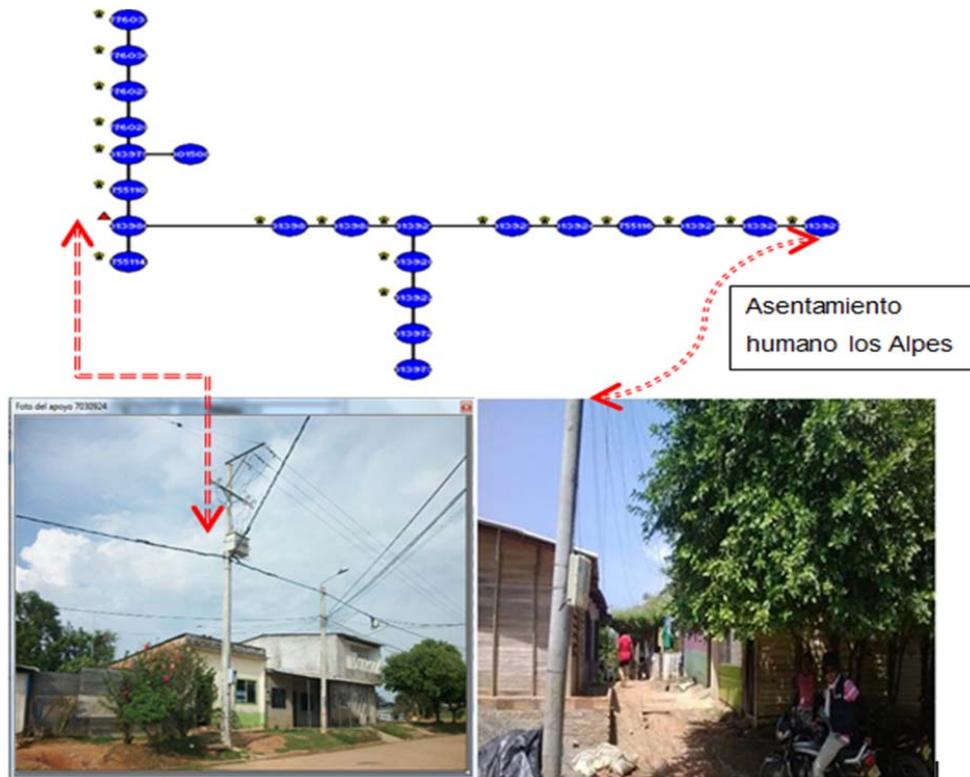
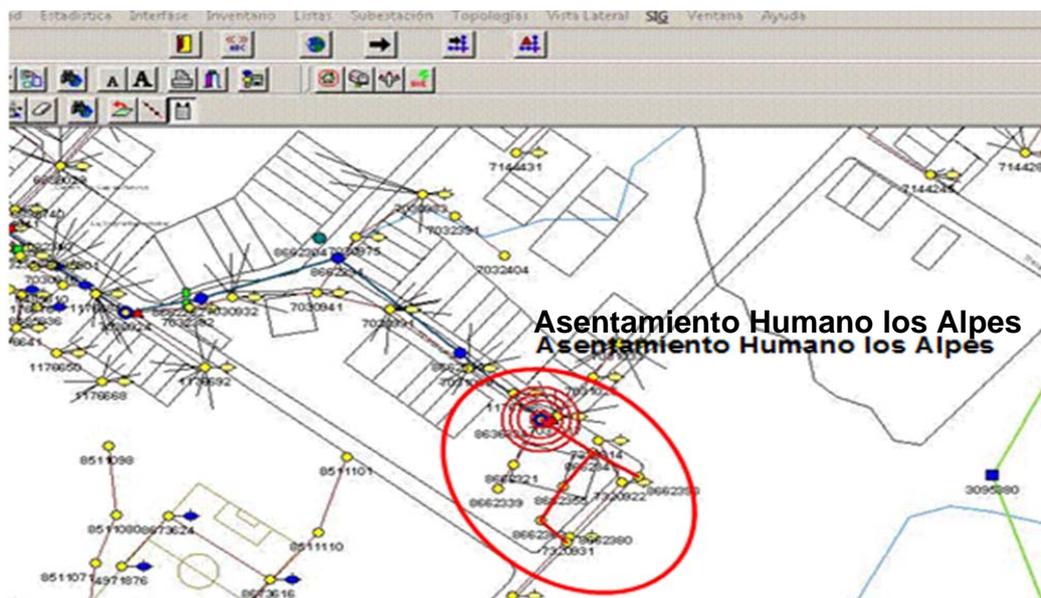


Figura 16. Topología transformador 707395 en sistema de información Energis [7].



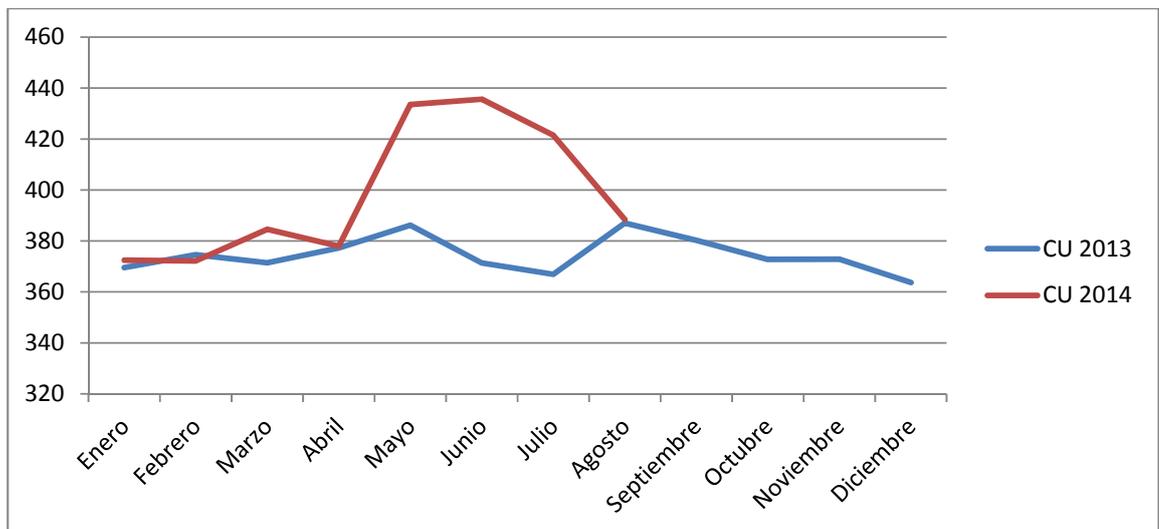
## 2.3 MODELO FINANCIERO DE LAS PÉRDIDAS

Para el siguiente análisis tomaremos los datos del costo unitario en los años 2013 y 2014, para realizar el cálculo de cuántos pesos por kWh/mes se están perdiendo en el proyecto seleccionado, identificado con código interno 707395.

**Tabla 5 Datos del costo unitario del kWh en los años 2013 y 2014 en ESSA.**

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
CU 2013	369.5	374.5	371.4	377.2	386.1	371.3	366.9	387.0	380.2	372.7	372.8	363.6
CU 2014	372.4	372.1	384.5	377.9	433.5	435.6	421.47	388.4				

**Gráfica 9. Comportamiento del costo unitario del kilovatio.**

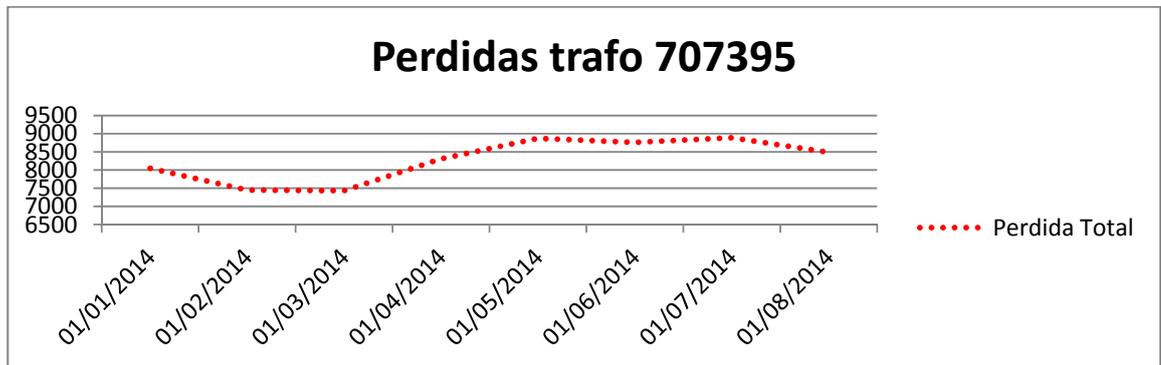


Ahora revisamos el comportamiento de las pérdidas del transformador 707395 en los primeros seis meses del año 2014.

**Tabla 6. Datos de pérdidas de energía Trafo 707395 de Enero a Agosto del 2014.**

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.
Perdidas KW/hora_mes	8047	7448	7432	8309	8874	8760	8891	8486

**Gráfica 10. Comportamiento perdidas Trafo 707395 de enero a agosto del 2014.**

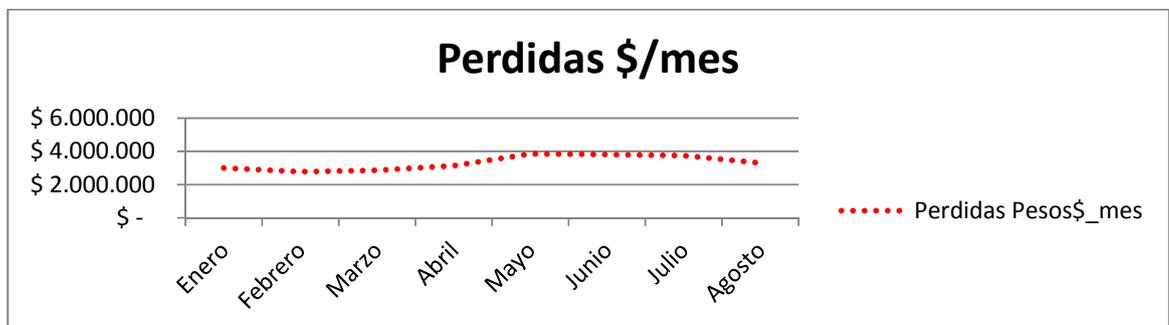


Obtenida la pérdida mensual multiplicamos el valor del costo unitario por las pérdidas de energía en cada mes, para obtener las pérdidas en \$/mes:

**Tabla 7. Datos de las pérdidas de energía en pesos del Trafo 707395.**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
\$2,997,266	\$2,771,997	\$2,858,050	\$3,140,387	\$3,847,678	\$3,816,031	\$3,747,290	\$3,296,302

**Gráfica 11. Comportamiento pérdidas de energía en pesos del Trafo 707395.**



Podemos concluir que la pérdida mensual, en promedio, está en \$ 3 309 375 m/cte. y en los ocho meses de análisis tenemos un pérdida de \$ 26 475 000 M/cte; lo cual afecta considerablemente el sostenimiento y rentabilidad de la empresa. Es por tal motivo que este sector se toma para la aplicación de nuevas tecnologías, tanto en redes como en instrumentos con avance tecnológico - como es la medición en dos cuerpos.

### **3. CASO DE ESTUDIO – CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO, PLANEACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE INTERVENCIÓN.**

Para el caso de estudio se recopilaron datos del sector que permitieran realizar el mejor planteamiento para normalización de los usuarios del asentamiento humano los Alpes.

#### **3.1 CARACTERIZACIÓN ASENTAMIENTO HUMANO BARRIO LOS ALPES (ALTOS DE BRISAS DEL ORIENTE).**

El Barrio los Alpes se encuentra geo-referenciado en la comuna seis de Barrancabermeja. Este sector cuenta con estrato 1 y 2; y pese a que este es un barrio que tiene más de 10 años de fundado, en los últimos cuatro años se han construido alrededor de 24 viviendas que se encuentran en servicio directo conectadas desde el alumbrado público de dicha parte del barrio. El asentamiento humano tiene 28 viviendas habitadas, con conexión no autorizada a los servicios públicos de agua y energía.

Al inicio del proceso la JAC del barrio los Alpes los reconocía como parte del barrio; sin embargo, por inconvenientes internos el presidente de la JAC les retiró el apoyo y debieron unirse al barrio Brisas del Oriente para la consecución de las cartas de vecindad. Aunque los lotes cuentan con dueño particular, los habitantes manifiestan que el propietario está de acuerdo con la conexión autorizada por parte de ESSA al servicio de energía eléctrica.

**3.1.1 Características de los predios** El 100% de los predios está construido en madera, con techo en lámina de zinc y pisos en tierra. En el sector sólo se encuentra un pequeño negocio dedicado a la comercialización de productos al menudeo.

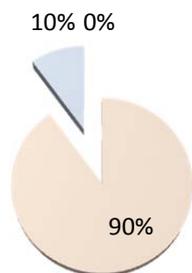
Las viviendas del sector se encuentran ubicadas en dos callejones, a lado y lado; y existen dos viviendas que se encuentran ubicadas en una zona de alto riesgo.

**3.1.2 Propiedad de los predios.** El 90% de los predios se encuentra habitado por sus poseedores, quienes fueron los primeros habitantes de estas viviendas, y el 10% están habitados por familiares que recibieron a su cuidado el predio. El 50% de las viviendas se ha quedado en la primera construcción que se realizó en el predio, donde separaron una habitación del resto de la vivienda; mientras que el otro 50% ha realizado modificaciones para tener mayor comodidad para sus familias.

**Gráfica 12. Encuesta sobre los predios de asentamiento humano los Alpes.**

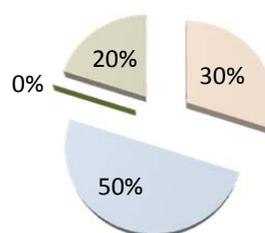
**Usted habita el predio en calidad de:**

■ Poseedor ■ Cuidante ■ Arrendatario



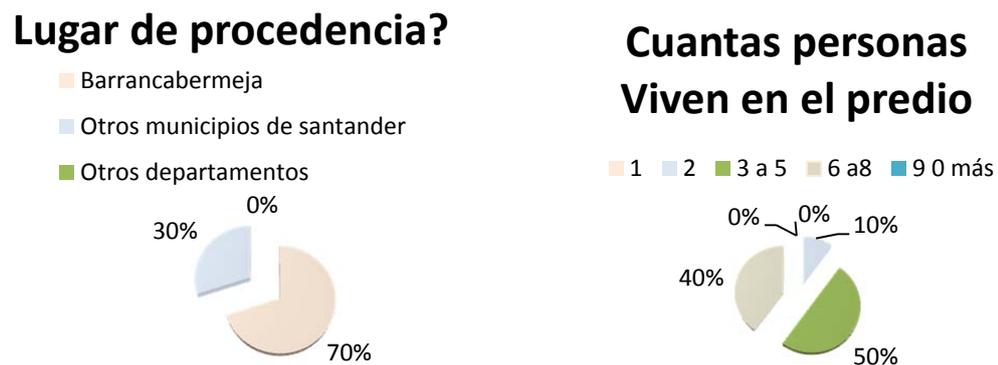
**Cuántas habitaciones tiene la vivienda**

■ UNA ■ DOS ■ TRES ■ CUATRO O MAS



**3.1.3 Aspectos socioeconómicos** Las familias del sector en su mayoría son familias nucleares o reconstituidas, habitando en ellas al menos dos adultos y un niño.

**Gráfica 13. Encuesta aspectos socioeconómicos.**



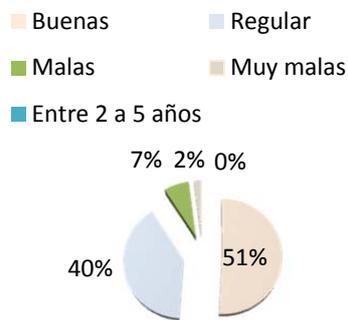
El 70% de los habitantes es oriundo de Barrancabermeja y el restante 30% proviene de otros municipios de Santander, que han llegado a Barrancabermeja en busca de oportunidades de empleo y guiados por otros familiares. En el 67% de los predios encuestados sólo trabaja una persona para satisfacer las necesidades básicas de la vivienda; en la mayoría de los casos siendo los hombres de la familia los que salen a trabajar, mientras que las mujeres se dedican a las labores del hogar y al cuidado de los hijos. También existe un 23% de los hogares en los que hay tres adultos que trabajan, demostrando esto que existen viviendas multifamiliares. Los ingresos mensuales de las viviendas se encuentran entre uno y menos de un salario mínimo legal vigente.

**3.1.4 Aspectos técnicos de los predios** La mayoría de las viviendas actualmente cuentan con un sistema eléctrico que no cumple con normas básicas eléctricas; y sólo un 10% de las viviendas encuestadas han hecho las instalaciones eléctricas con asesoría de un electricista, por lo que cuentan con instalaciones eléctricas en buen estado. Al indagar sobre el estado de los electrodomésticos, manifiestan en

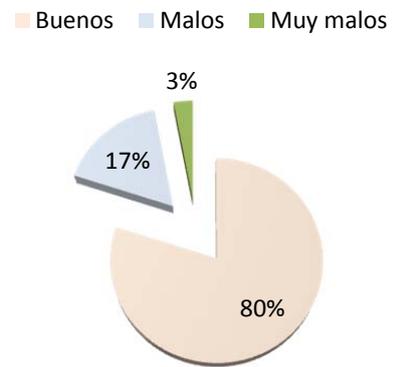
su totalidad que se encuentran en buen estado y que recientemente los han adquirido.

**Gráfica 14. Encuesta aspectos técnicos de los predios.**

**Las instalaciones eléctricas interna del predio se encuentra:**

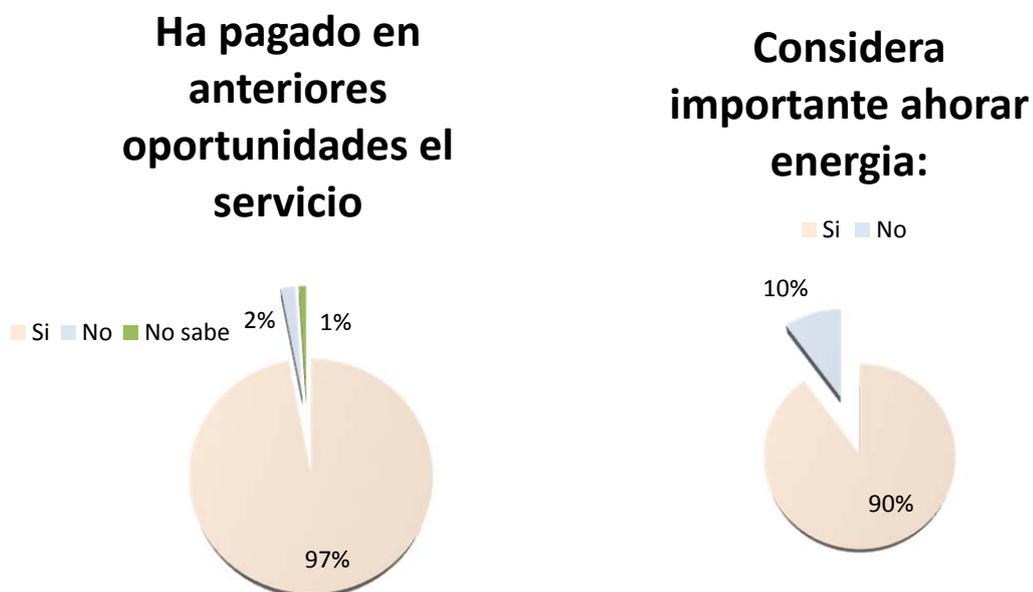


**Estado de los electrodomesticos:**



**3.1.5 Uso del servicio de energía eléctrica** Los habitantes del sector han habitado viviendas con conexión legal del servicio de energía, por lo que consideran importante ahorrar energía y, pese a que están en servicio directo se pudo evidenciar que hacen uso eficiente del servicio de energía. Sólo un 10% de los encuestados manifiesta que no es importante ahorra energía, porque todavía no están pagando, y que por experiencias anteriores así ahorren no ven ningún resultado en el costo del servicio.

**Gráfica 15. Encuesta uso del servicio de energía eléctrica**



Las personas encuestadas manifiestan que el hábito más importante y usado para ahorrar energía es apagar y desconectar los electrodomésticos que no están en uso. Se pudo evidenciar que el uso de los bombillos ahorradores no es considerado importante, ya que la mayoría de las viviendas tienen bombillos incandescentes. La comunidad del sector se muestra bastante receptiva a recibir información por parte de ESSA en temas relacionados con el costo y conocimiento del servicio de energía.

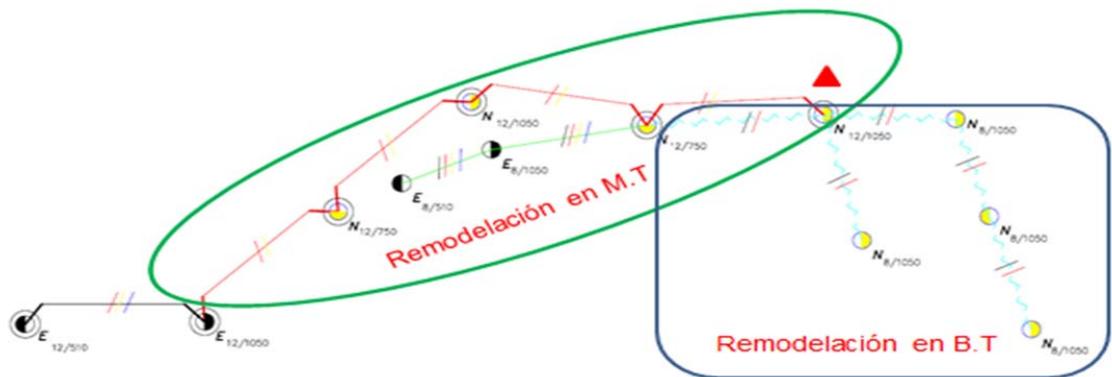
**3.1.6 Aspectos del entorno social** La comunidad del sector se ha organizado internamente y nombraron un líder que los representa; el 90% de la comunidad lo reconoce en su rol, mientras un 10% manifiestan que no lo conocen. El sector manifiesta que es un barrio tranquilo y que como toda comunidad tienen algunos problemas que no son representativos. Sin embargo, si sienten inconformismo por la no existencia de espacios recreativos en el barrio.

### 3.2 REPLANTEO Y DISEÑO PARA LOS TRABAJOS DE EXPANSIÓN.

Una vez identificados los usuarios y el sector se realiza el replanteo, el cual se hace para identificar y planear la estrategia de intervención; teniendo en cuenta lo siguiente:

- Identificar la solución técnica para la remodelación o expansión de las redes (ejemplo: planos, procedimientos, tipo de red a construir).
- Identificar el método de trabajo (sin tensión o con tensión).
- Identificar los recursos operativos y humanos.
- Identificar los riesgos asociados al trabajo.
- Determinar el plan de emergencia para el trabajo a ejecutar.
- Determinar el tiempo y plazo de ejecución de trabajos.

**Figura 17. Plano posible expansión en M.T y B.T transformador 707395.**



### 3.3 CONSTRUCCIONES DE REDES EN BAJA TENSIÓN PARA INTERVENCIÓN DE TRANSFORMADORES CON PÉRDIDAS NO TÉCNICAS ALTAS.

La construcción de redes de baja tensión en la electrificadora de Santander se puede realizar de diferentes formas, las cuales se describen a continuación.

**3.3.1 Red abierta** Son redes de distribución secundaria o BT, compuestas por conductores de aluminio aislado o desnudo independientes para cada línea, las cuales en su mayoría fueron construidas hace varios años. En estos momentos algunas presentan problemas de pérdidas técnicas y son de fácil manipulación y conexión.

**Figura 18. Red de B.T en líneas abiertas.**



**3.3.2 Red telescópica** Es una red creada en argentina e implementada en panamá, arrojando resultados exitosos, en las que se utiliza conductor concéntrico TRI Y TETRA CAPA, para redes de distribución secundaria o de BT; ver figura 19. Con ello se obtiene un blindaje seguro de la red, debido a que si se instala un conector de perforación se presentaría corto circuito. Su estructura presenta al neutro en la primera capa, seguido de las fases. También elimina la contaminación visual, pero presentan dificultad de suministro, debido a que su elaboración es

bajo pedido y sólo se consiguen los herrajes con un único proveedor, lo que dificulta más el desarrollo de las actividades.

**Figura 19. Red Telescópica para la distribución local B.T [10].**



**3.3.3 Red trenzada** La red trenzada es una implementación que lleva alrededor de 10 años de estar en el mercado, en el 2005 se empiezan a desarrollar trabajos de control y reducción de pérdidas, elaborada en aluminio, y tiene la ventaja que las líneas viene elaboradas de manera compacta y aislada; lo cual dificulta las conexiones fraudulentas. Sin embargo, en los últimos años esta instalación ya es vulnerable debido a que es perforada con tornillos drywall o con conectores de perforación, motivo por el cual en algunas zonas de área de influencia de ESSA ya no es utilizada.

**Figura 20. Red trenzada para distribución en B.T.**



**Figura 21. Fraude más común en la red trenzada.**



**3.3.4 Red chilena:** Red chilena (elimina la red de baja tensión), los medidores son llevados al apoyo de transformador en cajas de medidores y desde ahí se llevan las cargas a cada predio, estas se llevan a través de un mensajero que es acero, con esto se evita las conexiones ilegales en la red, convirtiendo a los usuarios en guardianes de sus acometidas, redes eléctricas seguras y ESSA controla la conexión de nuevas cargas, en la figura 21 se observa que las redes trenzadas son vulnerables a la conexiones ilegales por parte de los usuarios.

**Figura 22. Implementación de la red chilena.**



En cambio con la implementación de la red chilena podemos asegurar que no existe expansión de la red de baja de manera ilegal, ya que sólo tendríamos

cargas que vienen de manera individual en cable concéntrico 1x8+8 desde la caja concentradora con salida de cargas con energía ya registrada en dirección a cada predio.

### 3.4 EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONEXIÓN EN REDES DE BAJA TENSIÓN

**Equipos de Medida:** Aparato que registra el consumo de energía eléctrica. Dependiendo del consumo, la corriente y conexión que manejen el cliente existen diferentes tipos de medida (medidor de directa, semidirecta e indirectas)

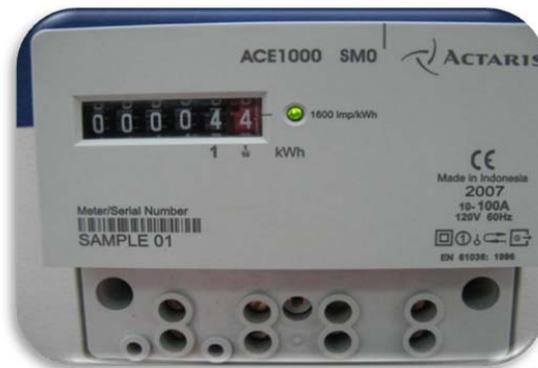
**3.4.1 Medidor electromecánico con display ciclo métrico.** Medidor con mecanismos que presentan desgaste y son de fácil manipulación; al modificar su piñonería deja de registrar alrededor del 50% del consumo mensual de la vivienda.

**Figura 23. Medidor electromecánico con display ciclo métrico.**



**3.4.2 Medidor electrónico con display ciclo métrico.** Es la mejora del medidor electromecánico, pero presenta display ciclométrico; entonces, cuenta con piñonería que es de fácil manipulación.

**Figura 24. Medidor electrónico con display ciclo métrico.**



**3.4.3 Medidor electrónico con display electrónico.** Es la mejor tecnología de los mencionados y en los proyectos de pérdidas son los más utilizados, por su precisión y seguridad.

**Figura 25. Medidor electrónico con display digital.**



**3.4.4 Medidor en dos cuerpos.** Sistema cuyo objetivo es blindar la medida, dificultando el acceso al medidor principal donde se encuentran los dispositivos de medición; pero permitiéndole al usuario la visualización de los parámetros a través del repetidor o Display.

**Figura 26. Sistema de medición de la energía eléctrica en dos cuerpos.**

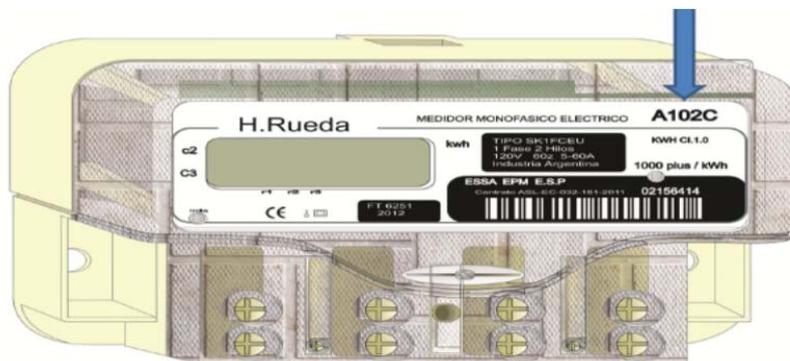


### 3.4.4.1 Identificación de componentes

- **Módulo Medidor**

Equipo padre donde se encuentran alojados los dispositivos de medida. Envía la señal de datos al repetidor por el puerto IRDA.

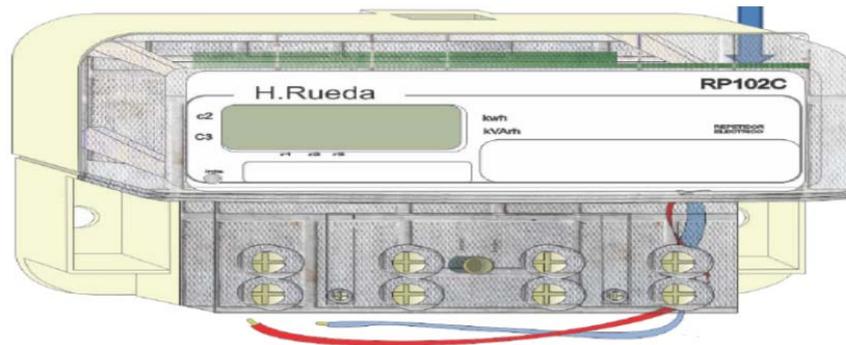
**Figura 27. Medidor electrónico con display digital y puerto de comunicación.**



- **Módulo Repetidor**

Equipo esclavo, pasivo en la medición, que recibe los datos del medidor y los muestra en pantalla.

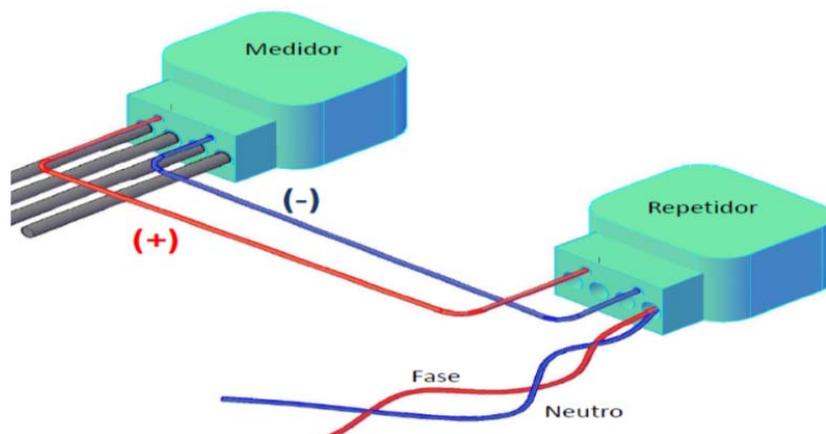
**Figura 28. Modulo repetidor de la medición en dos cuerpos.**



- **Conexión del módulo**

El repetidor se debe conectar al medidor para visualizar el registro del consumo del predio a medir. Tiene una alimentación a 120 V, como se aprecia en la gráfica.

**Figura 29. Conexión del medidor y el repetidor en la medición de energía.**



La figuras 29 fue tomada de oferta comercial presentada a ESSA [8].

- **Parámetros del display.**

**Figura 30. Display del medidor electrónico mostrando la energía registrada.**



Las lecturas se presentan de manera simultánea en el medidor y en el repetidor.

**Figura 31. Display del repetidor visualizando la energía registrada por el medidor.**



Con esta tecnología los usuarios pueden tener acceso en cada instante a su lectura, como lo exige la norma, pero el mecanismo se aísla para evitar la manipulación en las conexiones y maltratos en las partes del equipo; haciendo que la intervención y la recuperación sean sostenibles en el tiempo y generando mejores resultado en cuanto la recuperación de energía no técnica.

### **3.5 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TRANSFORMADOR 707395, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**

Con base en el informe recopilado en este capítulo, se pudo determinar lo siguiente:

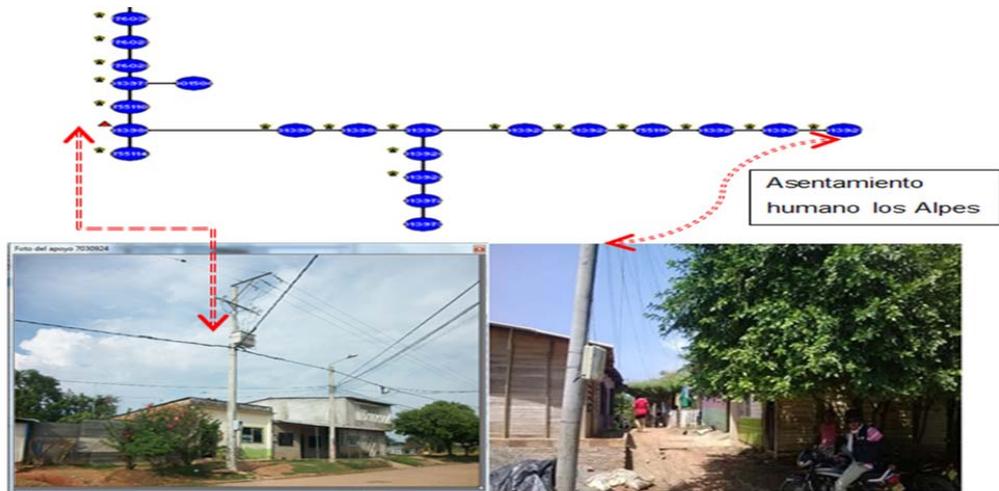
- Asentamiento humano ubicado en sector geográfico que permite su fácil expansión; por lo cual se debe pensar en controlar la conexión y expansión ilegal del sector.

**Figura 32. Asentamiento humano denominado los Alpes.**



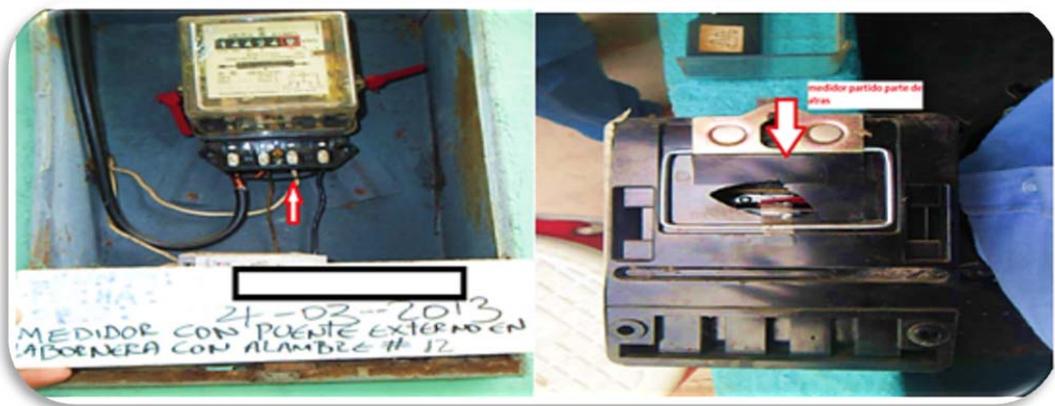
- Se debe implementar un sistema para construcción de nuevas redes en baja tensión, debido a que el transformador existente cuenta con un conductor en cable de aluminio trenzado cuádruplex 3 x 2/0 + 1/0, aac, xlpe, neutro ACSR aislado 600 V; el cual no impide la conexión ilegal, como la del asentamiento humano Los Alpes.

**Figura 33. Identificación punto de conexión del Asentamiento Humano.**



- Basados en el tema de reincidencia, uno de los factores que nos afectan es la manipulación de los instrumentos que se utilizan para el registro de los consumos, su ubicación facilita su manipulación por estar muy cerca del predio.

**Figura 34. Medidores manipulados en las conexiones y el mecanismo.**



## **4. PROPUESTAS DESCRIPTIVAS DE LA DE INTERVENCIÓN TRANSFORMADOR 707395**

En este capítulo se describe el planteamiento propuesto para la intervención del transformador 707395, mediante la implementación de red chilena y el registro de los consumos de los usuarios a través de la medición en dos cuerpos.

### **4.1 ANÁLISIS FINANCIERO**

El análisis financiero realizado para el proyecto denominado los Alpes es el siguiente:

Se realizará expansión de media tensión y baja tensión, para el asentamiento humano los Alpes, con una inversión inicial proyectada sobre planos de \$50.000.000 m/cte. Se espera tener un aumento mensual en la facturación, debido a la energía recuperada, de \$ 2.057.220 m/cte.; lo cual nos lleva a calcular que la inversión se recupere en un plazo de 24 meses, con una tasa de 13,09%



Con base en los datos anteriores realizamos el análisis financiero total del transformador. Esperamos que se vendan, entre usuarios existentes y nuevos, un total de 18.190 kWh/mes, con un CU promedio de \$ 386, una inversión inicial de \$ 50.000.000 m/cte., y una tasa de riesgo de 13.09%, determinamos lo siguiente:

**Tabla 9. Evaluación financiera inicial para identificar la viabilidad del proyecto.**

	Trafo	Pérdidas	I.P	Energía de entrada	Energía cobrada
	707395	8891	35%	22403	14562
<b>Esperado</b>	707395	2241	10%	22407	20390

<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 50,000,000</b>
<b>VALOR DE C.U</b>	<b>\$376</b>

<b>COMPORTAMIENTO ESPERADO ANUAL</b>					
1	2	3	4	5	6
\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713
7	8	9	10	11	12
\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713	\$2,011,713
<b>TOTAL</b>					<b>\$24,140,554</b>

<b>INVERSIÓN</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>-\$50.00</b>	<b>\$24.141</b>	<b>\$24.141</b>	<b>\$24.141</b>	<b>\$24.141</b>	<b>\$24.141</b>

<b>Factor de riesgo</b>	13.09%
<b>Tiempo de evaluación (años)</b>	5
<b>Valor Presente Neto (VPN) (millones)</b>	<b>\$31</b>
<b>Tasa interna de Retorno (TIR)</b>	<b>38.96%</b>



- 1 Revisamos en nuestra base de datos, sistema de información comercial, el consumo promedio por estrato, el cual nos dice que para un estrato 1 y 2, encontramos que es de 171.6 kWh/mes, en sector urbano de Barrancabermeja.

**Tabla 10. Consumos promedio estrato 2 tomada de sistema de información.**

D_MUNICIPIO	BARRANCABERMEJA
CODIGO_AREA	URBANO
ESTRATO	2

Etiquetas de columna	2012	2013	Total general
Promedio de CONSUMO_PROMEDIO	169.8	171.6	171.69

- 2 En el estudio se proyecta para instalar transformador de 15 kVA, para alimentar 25 clientes con un consumo promedio por estrato 1 y 2 de 171.6 kWh/mes, para lo cual revisaremos con qué cargabilidad se encontrará el transformador en el momento de ser instalado:

**Tabla 11. Información básica de potencia y energía del transformador proyectado.**

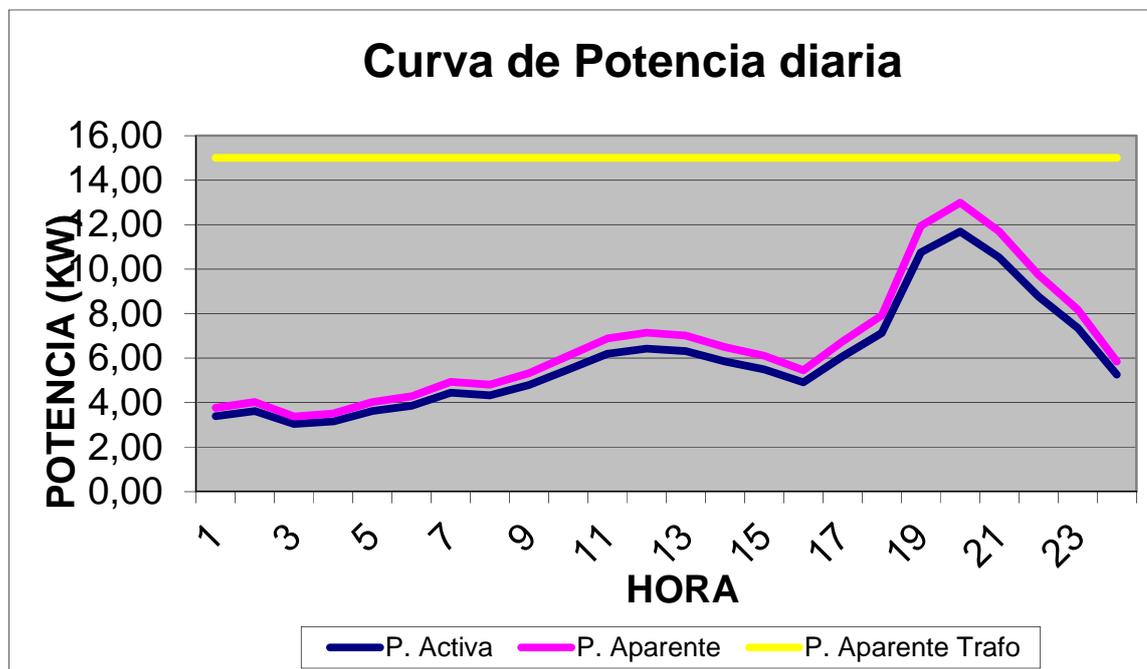
TRAFO	15 KVA
No DE CLIENTES	25
CONSUMO PROMEDIO	171.69
CONSUMO AREA COMUN	-
VALOR KWH-MES	4275

Obtenemos que el transformador con consumo promedio de 170 kWh/mes, estaría en el 87 % de cargabilidad; que para el tema de pérdidas los transformadores se instalan muy cerca de su carga máxima, limitando las nuevas conexiones.

**Tabla 12. Análisis de cargabilidad.**

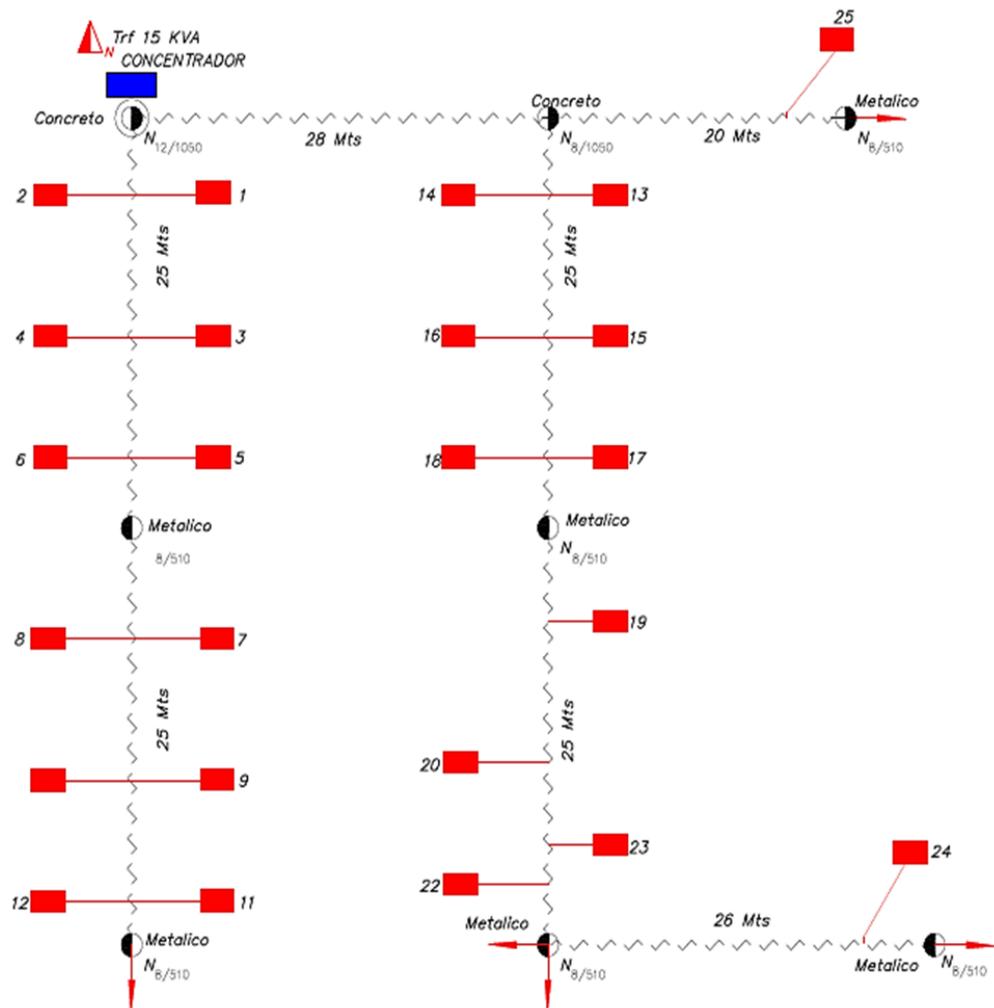
Potencia del trafo	15	KVA
Dato de consumo Mes	4275	kWh/mes
Dato de consumo diario	142.5000	kWh/día
Dato de consumo horario	5.9375	kWh
Demanda Máxima activa	11.6899	kW
Factor de potencia	0.9	
Demanda Máxima aparente	12.98879	kVA
Porcentaje Cargabilidad	86.5919	%

**Gráfica 16. Comportamiento proyectado del transformador a instalar.**



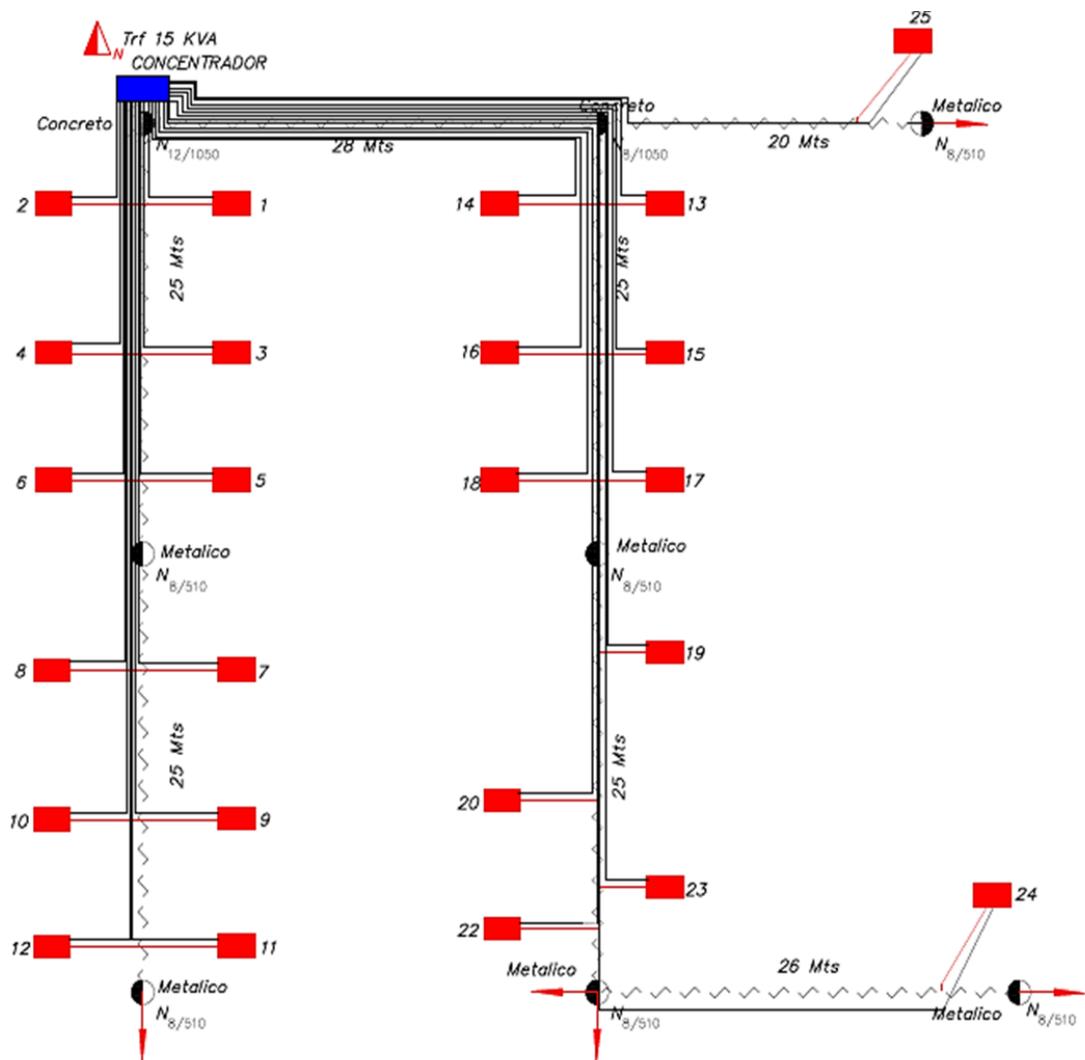
**4.2.2 Expansión en baja tensión.** Para la construcción en baja tensión verificamos la ubicación de cada uno de los clientes ilegales; eliminamos la red de baja tensión para evitar la expansión ilegal de nuestro sistema; se instala línea de ACERO 3/8 llamado mensajero entre apoyos, la cual va a soportar la cargas de cada cliente debido a que los medidores se encuentra en apoyo de transformador, en una caja que llamaremos concentrador. Para tener más claro el diseño, lo planearemos en la siguiente grafica la cual muestra el tendido de la línea en acero, la ubicación del concentrador y el transformador:

**Figura 37. Diseño en baja tensión asentamiento humano los Alpes.**



Terminado el trabajo de instalación del transformador con sus protecciones, hincado de poste y línea de acero (mensajero), se deben instalar los medidores en la caja concentradora. Se procede a agrupar por ramales las cargas de cada uno de los predios, realizando la distribución desde la caja concentradora hasta cada uno de los predios identificados con números. Para entender el procedimiento se puede observar la figura 38.

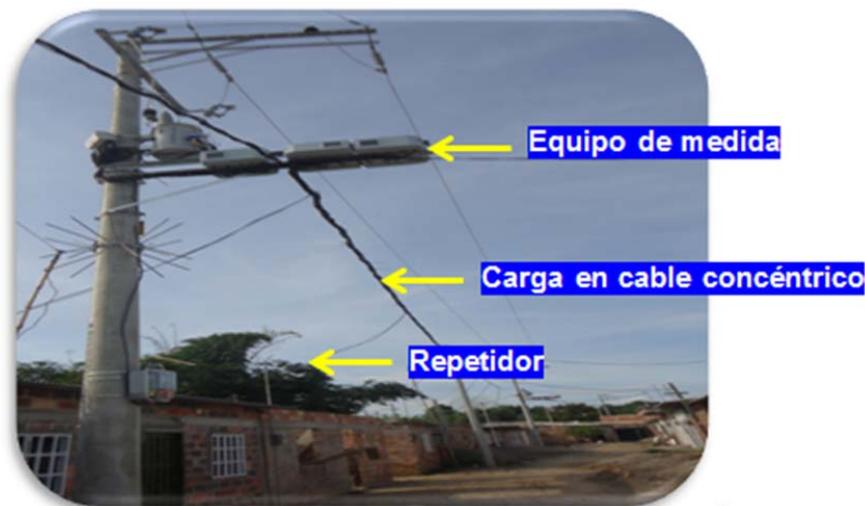
**Figura 38. Plano de distribución de cargas concentrador\_usuarios.**



### 4.3 SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPO DE MEDIDA.

En la selección del equipo de medida se busca un instrumento que aleje el mecanismo del usuario, debido a la estadística que vimos en anteriores capítulos: la reincidencia que se presenta en la región magdalena. Uno de los factores es la manipulación de las partes que conforman la medida, ya sea en las conexiones o el mecanismo. Por lo tanto, alejar el mecanismo es una solución que se está implementando en los operadores de red de todo el país. Entonces, se busca un instrumento para la medición que sea de fácil manejo por los técnicos; de fácil adquisición y oferta en el mercado; que tenga un tamaño adecuado a las cajas existente en los predios; y, por último, que cuente con muy buena comunicación entre el medidor y el repetidor.

**Figura 39. Instalación común de la medición en dos cuerpos.**



Para nuestro proyecto se seleccionó la marca Elster A150, el cual cumple con las condiciones nombradas en el párrafo anterior:

**Figura 40. Elster A150 medidor [8] y repetidor.**



En la figura 40 se aprecia a la izquierda el medidor Elster A150 y en el lado derecho el repetir. Como se observa, no existen diferencias en la forma o diseño, lo cual hace pensar que es un medidor normal; pero al mirar su funcionamiento, el del lado izquierdo realiza el registro del consumo y el de la derecha sólo es un espejo del display del medidor original. Este último se ubica en una zona de fácil acceso y altura que no supere 1.7 m, para que nuestro personal del área comercial (lectores) tengan una visión clara de los kWh registrados por el medidor. Desde el punto de vista de pérdidas no técnicas, el repetidor nos da los siguientes beneficios:

- Aleja el mecanismo de clientes propensos a manipular mecanismo y conexiones del medidor.
- Si es desconectado el repetidor, el almacenamiento de la lectura no se perdería debido a que estaría almacenada en el medidor.
- Cuenta con datos reflejados en el display, como tensión y corriente, que permiten realizar proyección de consumos y seleccionar predios con posible manipulación en bajantes o ductos.

## **5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA DE INTERVENCION TRANSFORMADOR 707395 DESPUES**

Se recopilara información del durante la ejecución y después del proyecto, además revisaremos los resultados obtenidos en nuestros sistemas de información y realizaremos una evaluación financiera con los ingresos obtenidos después de la intervención.

### **5.1 SELECCIÓN Y ARMADO DEL CONCENTRADOR**

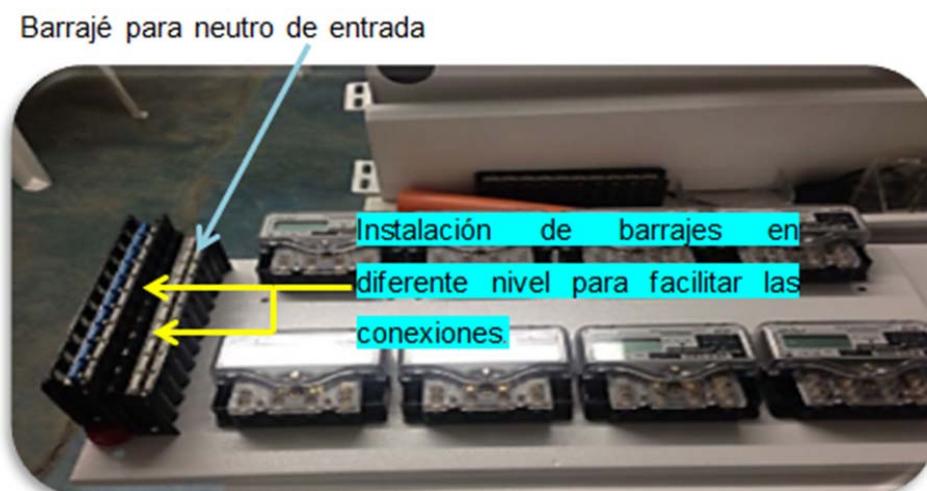
Con la selección del medidor procedimos a diseñar el concentrador que es una caja metálica galvanizada con capacidad de ocho medidores, como lo muestra la figura 41, en la cual se instaló tapa doble fondo para que el respaldo de los medidores no quedara pegando con la parte posterior de la caja; evitando su posible perforación. Se dejaron dos ductos de entrada: una para la alimentación y el otro para la salida de la cargas; se instaló barraje para alimentar las líneas de neutro y fase. En nuestro proyecto se utilizaron cuatro concentradores, por la cantidad de usuarios que se encuentran en el sector: 25 predios por normalizar.

**Figura 41. Soporte caja concentradora.**



Se instala barraje en la fase de entrada sobre el aislador para generar altura y evitando que este tenga contacto con partes metálicas, para las líneas del neutro de entrada se instala a nivel de la base, esto con el fin de permitir la conexión de los medidores.

**Figura 42. Instalación de barraje fase y neutro en caja concentradora.**



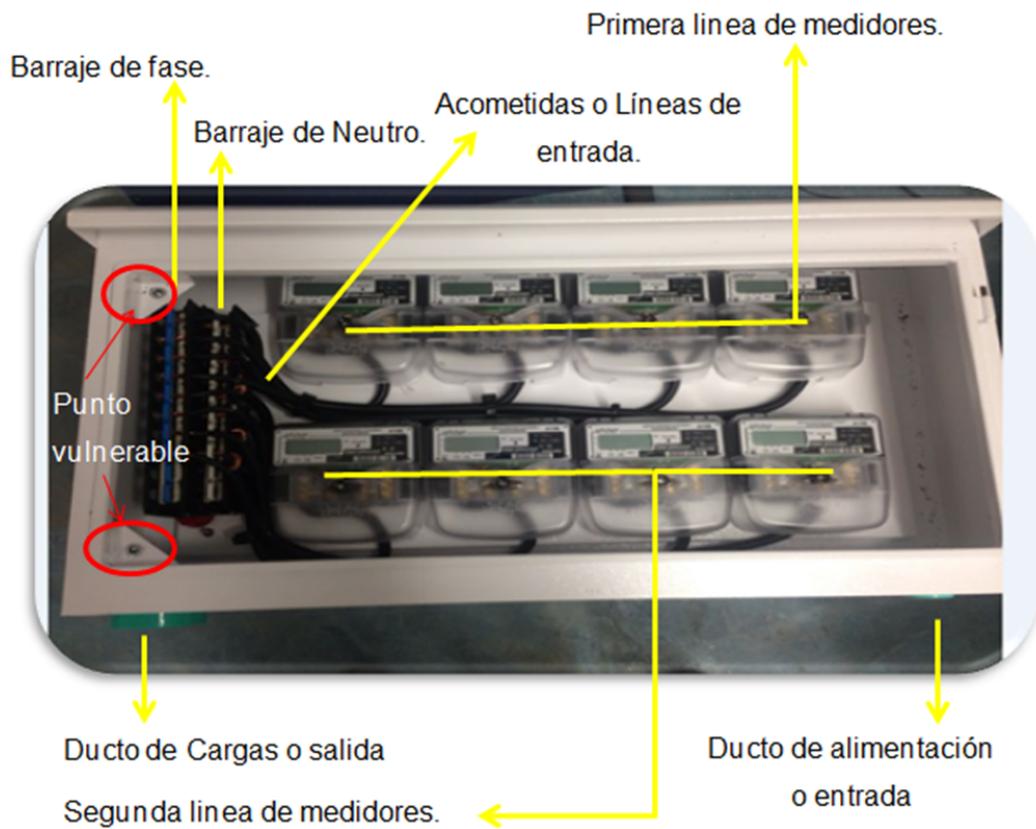
Por último, se realiza el cableado desde los barrajes de alimentación a cada uno de los medidores:

**Figura 43. Cableado de líneas de entrada barraje medidor al elster A150.**



En la siguiente grafica se aprecia el resultado final de la caja concentradora:

**Figura 44. Caja concentradora.**



**5.1.1 Vulnerabilidad en el concentrador.** En el desarrollo de la actividad de armado de los módulos concentradores se detectó que al cerrar la tapa no se encontraba segura para evitar la manipulación de los medidores, entonces se procedió a buscar soluciones; la más económica es la instalación de un tornillo imantado, el cual se describe:

**Figura 45. Dispositivo de cierre de accionamiento magnético [9].**

**PRODUCTO:** *Dispositivo de Cierre de Accionamiento Magnético - S II*

**Cuerpo:** Según norma: **SAE 12L14**  
Acero de corte libre de bajo carbono

**Tratamiento:** Cementado y Templado Con una Penetración promedio de 0.3 mm y Una dureza promedio entre 45 y 50 HRc.

**Cabeza:** **AISI-SAE** Composición química según Norma IRAM 681 Aluminio 2005

**Terminación Superficial:** Zincado Electrolítico color Plateado  
Espesor nominal 12  $\mu$  Resistente 100 Hs de Niebla Salina



El tornillo sólo gira a través de un accionamiento, mediante una llave especial - la cual permite su giro y a su vez la apertura del módulo.

**Figura 46. Dispositivo y llave para su accionamiento [9].**



## 5.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

En la ejecución de los trabajos se realizó la normalización de 25 predios del estrato 1, ubicado en asentamiento humano denominado los Alpes. Las etapas para la normalización fueron:

**5.2.1 Trabajos realizados por el grupo de redes.** Consiste en llevar a cabo lo planeado y programado. El jefe de trabajo designado verificara:

- A. Que la consignación haya sido aprobada
- B. Que tenga físicamente los formatos levantados de diagnóstico y replanteo.
- C. Hacer una reunión con sus trabajadores con el fin de explicarles las actividades programadas, plan de trabajo, método de trabajo.
- D. Asignar responsabilidades individuales y colectivas.
- E. Socializar los riesgos asociados del trabajo a ejecutar (Riesgo eléctrico, riesgo de alturas, riesgo de tránsito, riesgo biológico, riesgo mecánico, etc., dejar evidencia escrita).
- F. Revisar el estado de los EPPS a utilizar y los elementos de protección contra caídas.
- G. Verificar y socializar con el personal el plan de emergencia.
- H. Aplicar las 5 reglas de oro.
- I. Llenar los formatos y listas de chequeo existentes.

- J. Como parte de las medidas de seguridad industrial el jefe de trabajo designado debe hacer una revisión minuciosa de las redes o instalaciones para detectar los riesgos posibles y determinar las medidas que debe adoptarse para evitar los accidentes.
- K. Demarcar y señalizar la zona de trabajo retirando a los particulares y animales.
- L. Siempre que se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes como el caso de una subestación eléctrica, se debe marcar de una manera muy notoria acordonándola o usando barreras con avisos preventivos. Esto para que sean identificadas claramente las partes no energizadas y las energizadas; evitando con esto contactos accidentales con las partes energizadas - tanto de la sección de trabajo como de las adyacentes.
- M. Cuando se trabaje en líneas o redes cercanas a circuitos energizados (que se cruzan o son paralelos) y no se garanticen las distancias mínimas establecidas y además se observe un riesgo eléctrico inminente, no observado en el diagnóstico y planeación, se debe suspender el trabajo y reprogramar.

Composición del equipo de redes, el personal operativo es el siguiente:

- Capataz o supervisor (1).
- Linieros (8).
- Auxiliar técnico (8).
- Grúa (1).
- Personal siso (2).

Este grupo sigue los lineamientos debe trabajar en líneas no energizadas (sin tensión). Como resultado de su labor es la expansión en media y baja tensión; la instalación de transformador con sus protecciones; la instalación de las cajas concentradoras; y, por último, realiza el tendido de la línea mensajero (acero 3/8

que soporta las acometidas), para que el grupo de diagnóstico (equipo encargado de normalización de usuarios) proceda a la instalación de los equipos de medida cumpliendo con la norma RETIE. En la gráfica se aprecia personal liniero realizando la instalación de crucetas para líneas en media tensión.

**Figura 47. Panorámica de linieros en instalación de crucetas M.T.**



**Figura 48. Caja concentradora en cruceta instalada por el grupo de redes.**



**5.2.2 Trabajos realizados por el grupo de normalización usuarios.** Consiste en llevar a cabo lo planeado y programado, para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. El jefe de trabajo designado (supervisor) verificará si la consignación ha sido aprobada; a su vez debe hacer una reunión con sus trabajadores con el fin de explicarles las actividades programadas, plan de trabajo, método de trabajo, responsabilidades individuales y colectivas asignadas, los riesgos asociados, revisar el estado de los (EPP) elementos de protección personal y colectivos a utilizar, verificar los elementos de protección contra caídas, el plan de emergencia, y llenar los formatos y listas de chequeo existentes.
- b. Como parte de las medidas de seguridad industrial el jefe de trabajo designado debe hacer una revisión minuciosa de las redes o instalaciones para detectar los riesgos posibles y determinar las medidas que debe adoptarse para evitar los accidentes.
- c. Demarcar y señalar la zona de trabajo retirando a los particulares y animales.
- d. Siempre que se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes como el caso de una subestación eléctrica, se debe marcar de una manera muy notoria, acordonándola o usando barreras con avisos preventivos a fin de que sean identificadas claramente cuáles son las partes no energizadas y cuales las energizadas; evitando con esto contactos accidentales con dichas partes energizadas - tanto de la sección de trabajo como de las adyacentes.
- e. Cuando se trabaje en líneas o redes cercanas a circuitos energizados (que se cruzan o son paralelos) y no se garanticen las distancias mínimas establecidas y además se observe un riesgo eléctrico inminente no observado en el diagnóstico y planeación se debe suspender el trabajo y reprogramar.
- f. En las labores donde se utilice métodos de trabajo sin tensión, se utilizaran las reglas de oro.

Composición del equipo de normalización de usuarios, el personal operativo es el siguiente:

- Supervisor (4).
- Técnico electricista (16).
- Auxiliar técnico (16).
- Personal siso (3).

Este grupo, siguiendo los lineamientos, debe trabajar en líneas no energizadas (sin tensión). Como resultado de su labor realiza el enchilenado de las cargas o salidas de cada uno de los medidores a los predios; instalación de caja para alojar medidor; instalación de los repetidores; instalación de la varilla de puesta a tierra; instalación de la caja de distribución con sus debidas protecciones; y, por último, el diligenciamiento del acta para que se pueda generar una cuenta por cada uno de los predios en el sistema de información SAC. Todos los procedimientos anteriormente nombrados deben cumplir con la norma RETIE. En la gráfica se aprecia personal de normalización de usuarios realizando el entorchado de las cargas; lo que llamamos Red Chilena:

**Figura 49. Personal de normalización entorchando las líneas (Red Chilena).**



Esta actividad se realiza en cada uno de los tramos:

**Figura 50. Ordenando y dándole trazado a las líneas (Red Chilena).**



El mensajero es revestido por las líneas o cargas de cada predio, en cercanías al transformador se encuentra mayor cantidad de líneas, la cual va disminuyendo en el usuario más lejano del transformador

**Figura 51. Tramos finales en donde se aprecian pocas las líneas (Red Chilena).**



**5.2.3 Panorámica de los trabajos realizados.** En las siguientes figuras se aprecia el cambio visual y técnico del asentamiento humano Los Alpes, antes parte superior con conexiones ilegales (líneas en servicio directo) y en la parte de inferior proyecto con red Chilena, con distribución en cada uno de los predios.

**Figura 52. Panorámica asentamiento Los Alpes antes y después (Red Chilena).**



La instalación del transformador de 15 kVA y la caja concentradora

**Figura 53. Cajas concentradoras (Red Chilena).**



Realizando el recorrido desde el transformo podemos observar:

- **Protecciones, transformador y cajas concentradoras:**

**Figura 54. Panorámica final de transformador y cajas concentradoras.**



- Recorrido de los tramos del transformador:

**Figura 55. Panorámica final de tramo 1.**



**Figura 56. Panorámica final de tramo 2.**



**Figura 57. Panorámica final de tramo 3.**



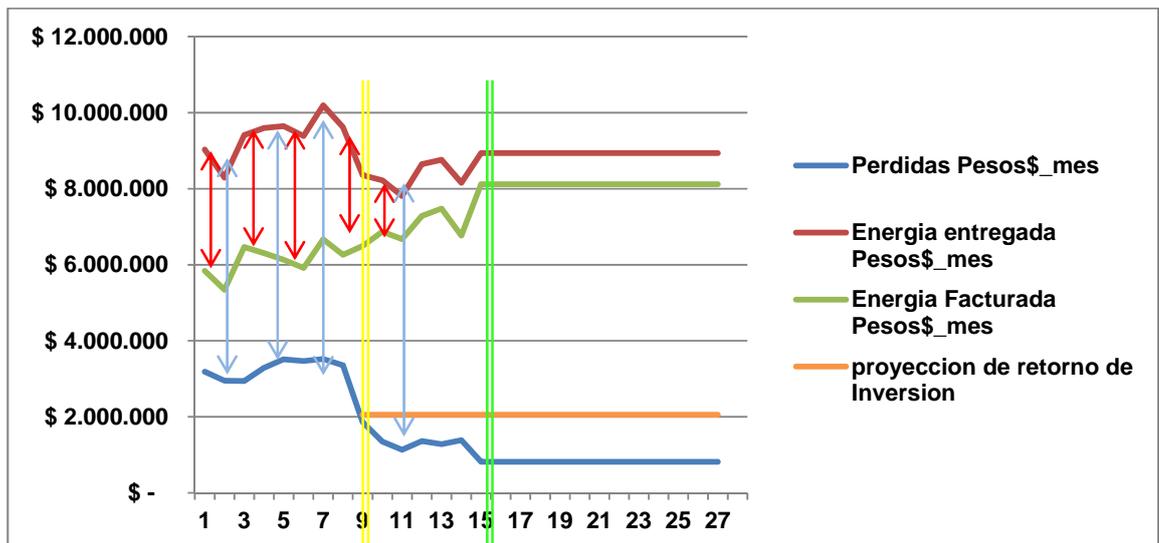
**Figura 58. Panorámica final de tramo 1.**



### 5.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Para un mejor entendimiento realizamos una gráfica que muestra el comportamiento del transformador intervenido:

**Gráfica 17. Evaluación del proyecto asentamiento humana los Alpes.**



La asignación del transformador fue en enero del 2014, en la gráfica lo representa el número 1, en donde se aprecia una energía entregada por el transformador superior a 23.000 kWh/mes, por un valor aproximado a los \$ 8.000.000 pesos M/cte., de los cuales sólo estamos facturando un valor aproximado a los \$ 5.000.000 pesos M/cte.; con una pérdida mensual de \$ 3.000.000 pesos M/cte.

La línea amarilla situada en el número 9 representa el mes de la intervención. Se nota que la energía entregada por el transformador no tiene cambios tan bruscos y es más uniforme con el valor de costo unitario del kWh, esta condición está dada por la línea vino tintó. La línea verde representa un aumento en la factura, la cual se esperaba la por intervención realizada. Por último, lo más importante se encuentra en la línea azul que representa una disminución de las pérdidas no técnicas de la energía.

La línea verde fue proyectada y promediado con los datos de los últimos seis meses y es el comportamiento esperado; el cual se debe estar revisado y controlando para darle sostenibilidad al proyecto realizado.

La tabla muestra el comportamiento del transformador antes de ser intervenido:

**Tabla 13. Análisis transformador 707395 antes de intervención seis meses.**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Perdidas KW/hora_mes.	8047	7448	7432	8309	8874	8760	8891
Energía entregada KW/hora_mes	22800	20940	23760	24240	24360	23700	25740
Energía Facturada	14753	13492	16328	15931	15486	14940	16849
Perdidas millones de Pesos_mes	\$3,187	\$ 2,949	\$ 2,943	\$3,290	\$3,514	\$3,469	\$3,521
Energía entregada millones	\$9,029	\$8,292	\$ 9,409	\$9,599	\$9,647	\$9,385	\$10,193

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Pesos_mes							
Energía Facturada millones Pesos_mes	\$5,842	\$5,343	\$6,466	\$6,309	\$6,132	\$5,916	\$ 6,672
Proyección de retorno de Inversión	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ -	\$ -	\$ -
% indicador de perdidas	35%	36%	31%	34%	36%	37%	35%

La tabla muestra el comportamiento del transformador con datos después de la intervención tomados de los sistemas de información:

**Tabla 14. Análisis transformador 707395 después de intervención seis meses.**

	Agosto	Sept.	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Perdidas KW/hora_mes.	8486	4701	1913	2163	1444	2230	1303
Energía entregada KW/hora_mes	24300	21100	20760	19720	21840	22120	20600
Energía Facturada	15814	16399	18847	17557	20396	19890	19297
Perdidas miles de Pesos_mes	\$3,360	\$ 1,862	\$ 758	\$ 857	\$ 572	\$ 883	\$ 516
Energía entregada miles Pesos_mes	\$9,623	\$8,356	\$8,221	\$ 7,809	\$ 8,649	\$8,760	\$8,158
Energía Facturada miles Pesos_mes	\$6,262	\$ 6,494	\$7,463	\$ 6,953	\$ 8,077	\$7,876	\$7,642
Proyección de retorno de inversión	\$3,309	\$ 3,309	\$3,309	\$ 3,309	\$ 3,309	\$3,309	\$3,309
% indicador de perdidas	35%	22%	9%	11%	7%	10%	6%

La tabla muestra el comportamiento esperado por el transformador con datos promedios después de la intervención; se realizó sólo para los siguientes seis meses:

**Tabla 15. Transformador 707395 proyección seis meses después de seguimiento.**

	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>
<b>Perdidas KW/hora_mes.</b>	<b>2291</b>	<b>2291</b>	<b>2291</b>	<b>2291</b>	<b>2291</b>	<b>2291</b>
<b>Energía entregada KW/hora_mes</b>	<b>22570</b>	<b>22570</b>	<b>22570</b>	<b>22570</b>	<b>22570</b>	<b>22570</b>
<b>Energía Facturada</b>	<b>20279</b>	<b>20279</b>	<b>20279</b>	<b>20279</b>	<b>20279</b>	<b>20279</b>
<b>Perdidas miles de Pesos_mes</b>	<b>\$9,07</b>	<b>\$9,07</b>	<b>\$9,07</b>	<b>\$9,07</b>	<b>\$9,07</b>	<b>\$9,07</b>
<b>Energía entregada miles Pesos_mes</b>	<b>\$8,938</b>	<b>\$8,938</b>	<b>\$8,938</b>	<b>\$8,938</b>	<b>\$8,938</b>	<b>\$8,938</b>
<b>Energía Facturada miles Pesos_mes</b>	<b>\$8,030</b>	<b>\$8,030</b>	<b>\$8,030</b>	<b>\$8,030</b>	<b>\$8,030</b>	<b>\$8,030</b>
<b>Proyección de retorno de inversión</b>	<b>\$3,309</b>	<b>\$3,309</b>	<b>\$3,309</b>	<b>\$3,309</b>	<b>\$3,309</b>	<b>\$2,114</b>
<b>% indicador de perdidas</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>

#### **5.4 RESULTADOS FINANCIEROS CON EL SEGUIMIENTO**

Finalizado el proyecto tuvo un valor entre costo e inversión de \$ 41.826.974 pesos M/te, el cual se encuentra por debajo de lo proyectado; que fue por un valor de \$ 50.000.000 pesos M/cte.:

**Tabla 16. Datos presupuestales proyectó Asentamiento humano Los Alpes.**

Programación Trafos Barrancabermeja					
Seguimiento y control acciones					
BARRIO- INVASION	TIPO DE RED	MEDIDOR	PRESUPUESTO NORMA( COSTOS )	PRESUPUESTO REDES (INVERSION)	PRESUPUESTO TOTAL
ALPES	CHILENA	BICUERPO	19,277,268.00	22,549,706.00	41,826,974

**Tabla 17. Datos presupuestales egresos e ingresos totales de trafo 707395.**

inversión	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	...	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21
-41.83	6.49	7.46	6.95	8.08	7.88	7.64	...	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03

Tenemos que el proyecto tiene un valor de \$41.826.974 pesos m/cte., distribuido en un costo de mano de obra de \$ 19.277.268 pesos m/cte. y entre el costo de redes y materiales por \$ 22.549.706 pesos m/cte.

**Tabla 18. inversion realizada por ESSA\_grupo EPM.**

<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 41,826,974.00</b>
Costo normalización	\$ 19,277,268.00
Costos redes y materiales	\$ 22,549,706.00

Se obtuvo una recuperación mensual como indica la tabla, en los seis meses se recuperaron \$ 11.636.835 pesos m/cte.

**Tabla 19. Aumento de facturación en millones de pesos.**

COMPORTAMIENTO REAL EN SEIS MESES					
1	2	3	4	5	6
\$1.046	\$2.111	\$1.881	\$2.362	\$2.046	\$2.192

Para realizar nuestro análisis financiero, proyectamos el promedio de los seis meses y lo llevamos a un año, para saber un aproximado de la recuperación anual en el transformador.

**Tabla 20. Aumento de facturación en millones de pesos durante el primer año.**

COMPORTAMIENTO PROYECTADOS CON DATOS REALES AÑO 1											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
\$1.046	\$2.111	\$1.881	\$2.362	\$2.046	\$2.192	\$2.277	\$2.277	\$2.277	\$2.277	\$2.277	\$2.277

Lo cual encontramos una recuperación anual de \$25.296.425 pesos m/cte.; llevado a un proyecto de cinco años para verificar los beneficios que tendrá la ESSA, en la realización de este proyecto:

**Tabla 21. Análisis financiero a cinco años.**

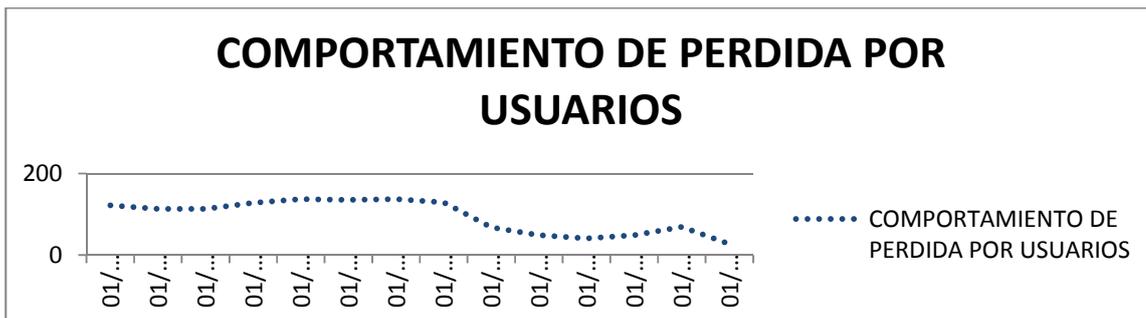
INVERSIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-\$41.83	\$25.296	\$25.296	\$25.296	\$25.296	\$25.296
WACC ESSA	10.21%				
Tiempo de evaluación (años)	5				
Valor Presente Neto (VPN) (millones)	\$49				
Tasa interna de Retorno (TIR)	53.35%				

Al comparar los resultados obtenidos en el primer análisis financiero con el real, encontramos que la TIR mejoró para beneficio de los ingresos de la electrificadora de Santander; en su intervención con nuevas tecnologías a nivel financiero obtenemos resultados como una TIR del 53.80%.

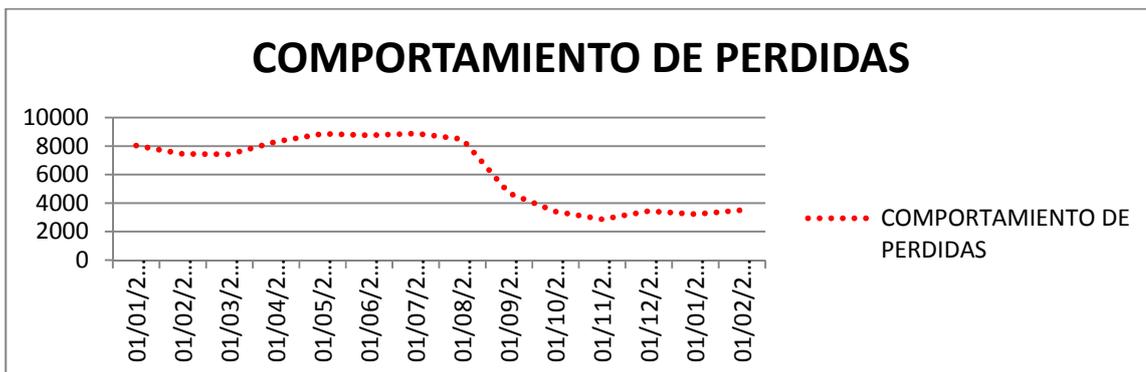
Desde el punto de vista de pérdidas, encontramos que los usuarios han venido disminuyendo la pérdida de energía no técnica en el transformador 707395,

llegando alrededor de lo esperado en promedio de pérdidas de energía por cliente ESSA, que son de 20 kWh/mes; lo cual confirma que el proyecto viene presentando los resultados esperados.

**Gráfica 18. Comportamiento pérdidas no técnicas promedio por usuario.**



**Gráfica 19. Comportamiento pérdidas no técnicas del transformador 707395.**



## 6. CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta lo descrito en esta monografía, las pérdidas de energía no técnicas configuran un fenómeno completamente dinámico; que se debe evaluar con base en las diferentes problemáticas de tipo cultural, social económico, político, técnico, entre otros. Esos problemas rodean a los clientes y usuarios del servicio, y a la misma empresa operadora.
- La reincidencia pone en riesgo la sostenibilidad de la energía recuperada por operadores de red y es la causa de la reevaluación de un proyecto de pérdidas lo cual conlleva sobrecostos.
- Para el normal desarrollo de un proyecto de recuperación de pérdidas técnicas es necesario conformar un equipo operativo de alto rendimiento. Además, se debe contar con un equipo de gestión que se encargue de analizar la información; un equipo de soporte para compras y contratación; así como contar con gestión social encargado de mitigar el impacto que generan este tipo de proyectos en las comunidades, para poder garantizar la ejecución de las acciones a diario.
- Dentro del análisis técnico se encontró que es necesario la implementación de nuevas tecnologías, con el fin de garantizar la sostenibilidad de nuestras acciones en el tiempo; teniendo en cuenta que cualquier sistema eléctrico convencional es vulnerable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ESSA Tarifa ESSA 2014 [en línea] disponible en: [http://www..com.co/site/Portals/14/Docs/Tarifas/Tarifa\\_ESSA\\_201405.pdf](http://www..com.co/site/Portals/14/Docs/Tarifas/Tarifa_ESSA_201405.pdf)
- [2] ACJ [en línea] disponible en: <http://www..com>.
- [3] ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Normas [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>
- [4] ATING [en línea] disponible en: <http://www..com.ar>
- [5] CEARCA[en línea] disponible en: <http://www..com>.
- [6] ELSTER Solutions [en línea] disponible en: <http://www..com/solutions>
- [7] ENERTOLIMA Norma tecnica criterios básicos de diseño [en línea] disponible en: [http://www.enertolima.com/NORMA\\_TECNICA\\_ENERTOLIMA\\_MAYO\\_2011/Capitulo%203%20CRITERIOS%20B%C1SICOS%20DE%20DISE%20D1O.pdf](http://www.enertolima.com/NORMA_TECNICA_ENERTOLIMA_MAYO_2011/Capitulo%203%20CRITERIOS%20B%C1SICOS%20DE%20DISE%20D1O.pdf)
- [8] EPM Energía Eléctrica [en línea] disponible en: [http://www..com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/normatividad\\_y legislaci3n/energ3a/CCU\\_Energia\\_Electrica\\_2014.pdf](http://www..com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/normatividad_y_legislaci3n/energ3a/CCU_Energia_Electrica_2014.pdf)
- [9] ESSA [en línea] disponible en: <http://www..com.co/>

[10] ESSA Condiciones uniformes [en línea] disponible en:  
<http://www.essa.com.co/site/clientes/eses/legislaci%C3%B3n/normatividad/condicionesuniformes.aspx>

[11] GOOGLE [en línea] disponible en: <http://www.google.maps.com>.

[12] EPM Normas de montajes complementarios [en línea] disponible en:  
[https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/proveedores\\_y\\_contratistas/normas\\_y\\_especificaciones/normas\\_aereas/grupo\\_6\\_Normas\\_de\\_montajes\\_complementarios/RA6-016.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montajes_complementarios/RA6-016.pdf)

[13] OBSERVATORIO DE PRECARIEDAD URBANA DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, CDMB- Citu experiencia local, laboratorio de proyecto urbanos.

## BIBLIOGRAFÍA

ACJ [en línea] disponible en: <http://www..com>.

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Normas [en línea] disponible en:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>

ATING [en línea] disponible en: <http://www..com.ar>

CEARCA[en línea] disponible en: <http://www..com>.

ELSTER Solutions [en línea] disponible en: <http://www..com/solutions>

ENERTOLIMA Norma tecnica criterios básicos de diseño [en línea] disponible en:  
[http://www.enertolima.com/NORMA\\_TECNICA\\_ENERTOLIMA\\_MAYO\\_2011/Capitulo%203%20CRITERIOS%20B%C1SICOS%20DE%20DISE%20D1O.pdf](http://www.enertolima.com/NORMA_TECNICA_ENERTOLIMA_MAYO_2011/Capitulo%203%20CRITERIOS%20B%C1SICOS%20DE%20DISE%20D1O.pdf)

EPM Normas de montajes complementarios [en línea] disponible en:  
[https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/proveedores\\_y\\_contratistas/normas\\_y\\_especificaciones/normas\\_aereas/grupo\\_6\\_Normas\\_de\\_montajes\\_complementarios/RA6-016.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montajes_complementarios/RA6-016.pdf)

EPM Energía Eléctrica [en línea] disponible en:  
[http://www..com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/normatividad\\_y\\_legislación/energía/CCU\\_Energia\\_Electrica\\_2014.pdf](http://www..com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/normatividad_y_legislación/energía/CCU_Energia_Electrica_2014.pdf)

ESSA [en línea] disponible en: <http://www..com.co/>

ESSA Condiciones uniformes [en línea] disponible en:  
<http://www.essa.com.co/site/clientes/eses/legislaci%C3%B3nynormatividad/condicionesuniformes.aspx>

ESSA Tarifa ESSA 2014 [en línea] disponible en:  
[http://www..com.co/site/Portals/14/Docs/Tarifas/Tarifa\\_ESSA\\_201405.pdf](http://www..com.co/site/Portals/14/Docs/Tarifas/Tarifa_ESSA_201405.pdf)

GOOGLE [en línea] disponible en: <http://www.google.maps.com>.

OBSERVATORIO DE PRECARIEDAD URBANA DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, CDMB- Citu experiencia local, laboratorio de proyecto urbanos.