

# INTRODUCCION

El presente estudio propone un estudio de las pérdidas no técnicas de energía en los sistemas secundarios de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A. Los análisis de pérdidas en el país, en la mayoría de los casos, no han sido tratados adecuadamente; sin embargo, debido a las ventajas que representan para la Empresa Distribuidora están debidamente justificados para mejorar los índices de las empresas en un mercado eléctrico exigente, representando una inversión plenamente rentable.

Las estadísticas de pérdidas eléctricas en las Empresas Distribuidoras muestran un problema de suma importancia; los porcentajes de pérdidas son elevados, lo que implica un despilfarro de recursos incompatibles con la eficiencia requerida por la colectividad. Las pérdidas de energía en las Empresas Distribuidoras se refieren a dos situaciones: a los fenómenos de disipación que suceden en los componentes físicos del sistema y debido a la existencia de la información en los procesos de recaudo de la venta de energía.

Debido a estas dos causas, las pérdidas de energía eléctrica se han clasificado en dos:

- a) Pérdidas técnicas o físicas
- b) Pérdidas no técnicas o comerciales

Realmente las pérdidas en los sistemas de distribución son la suma de las ineficiencias, que a lo largo de un periodo de tiempo se produjo y reflejan los errores en la aplicación de criterios desde sus bases de conceptualización y diseño, hasta su sistema operativo, la falta en el control de ingeniería permite que el

avance de un sistema produzca más pérdidas de energía debido al deterioro de procedimientos y herramientas para el tratamiento de las mismas.

Los índices de pérdidas miden el nivel de progreso de una empresa distribuidora y por consecuencia, el progreso de una comunidad.

El problema de los sistemas de distribución es debido a que en ellos se encuentran gran cantidad de variables, de las cuales no de todas presentan información completa. Dentro de las pérdidas de energía pueden existir gran cantidad de causas pero se debe saber cuáles atacar para de esta manera manejar un sistema ideal y recomendado para la empresa distribuidora, por lo que su estudio debe ser muy específico y claro.

Las pérdidas de energía eléctrica no pueden ser disminuidas por completo ya que en el proceso que lleva la energía desde las plantas generadoras hasta el cliente final, hay pérdidas por calentamiento en los conductores y otras en los núcleos ferromagnéticos, que pueden ser disminuidas, pero no eliminadas. Esto permite que aunque no es posible su eliminación, su reducción en un manejo de pérdidas técnicas y no técnicas, de fraude o hurto para acercarlas al mínimo posible, teniendo como meta nuevos índices favorables para la Empresa y la comunidad en general.

Es un tema indiscutible la necesidad de un mejoramiento del manejo de la energía en las empresas distribuidoras, por lo que es muy necesario analizar la reducción y control de pérdidas en cada una de ellas, es decir a través de estudios que permitan lograr una red, donde las pérdidas técnicas, es decir las causadas por los diversos fenómenos físicos que se presentan en los componentes de un sistema de distribución, estén en niveles aceptables.

Cada Empresa Distribuidora, tiene como objetivo primordial el generar réditos, pero si las pérdidas sobrepasan un nivel razonable deberían constituir preocupación de la entidad, pues cada una tiene sus balances estadísticos y sabe la magnitud de pérdidas de la diferencia entre energía disponible y facturada.

El problema más urgente y que exige tomar decisiones, es la realización de programas de estudio para la reducción de pérdidas de energía por parte de las empresas eléctricas del país y de la región. En el país los índices de pérdidas deben tener la meta de bajar para poder relacionarse con países industrializados, en los cuales sus índices de pérdidas totales son menores al 6%, con pérdidas no técnicas cercanas a cero (0%).

Los ejecutivos e ingenieros de las empresas distribuidoras del país deben sentir la preocupación que esto implica, para de esta manera llevar a cabo estudios y proyectos sobre el tema.

En la actualidad existen organizaciones mundiales, que en conjunto con las empresas eléctricas trabajan en el tratamiento de pérdidas globales y en controlar los infractores de alto consumo. Este estudio sugiere medidas tendientes a la reducción de pérdidas estableciendo un diseño metodológico donde mediante el procesamiento de información permita un análisis de pérdidas no técnicas en una red de distribución secundaria, para a continuación establecer alternativas de reducción de pérdidas.

A continuación mencionaremos los aspectos tratados a largo de este proyecto:

El Capítulo I, consta del Fundamento Teórico, en donde se incluyen temas tales como: Empresa Eléctrica Provincia Cotopaxi (ELEPCO S.A.), Pérdidas Eléctricas, Pérdidas Técnicas, Pérdidas No Técnicas y Equipos De Medición

En el Capítulo II, encontramos el Análisis e interpretación de los resultados de la situación actual de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A., mediante encuestas realizadas a los Jefes Departamentales, Empleados y Usuarios de la empresa; además se realizó la Comprobación de Hipótesis.

En el Capítulo III, se desarrolla la Propuesta de Control y reducción de pérdidas no técnicas de energía mediante el método balance de energía por transformador en 19 sectores de la provincia de Cotopaxi designados por ELEPCO S.A., también se encuentran los objetivos con los que se desarrollo la propuesta.

En el Capítulo VI, tenemos las Conclusiones y Recomendaciones a las que ha llegado el grupo de investigadores con el desarrollo del proyecto.

Por otra parte tenemos el Glosario de Términos y Siglas que constituyen en un auxiliar indispensable para la comprensión del presente trabajo; así también se presentan las secciones correspondientes a Bibliografía y Anexos, en este último se presenta secciones como el modelo de las encuestas realizadas, la lista de redes de distribución secundaria con altos índices de pérdidas no técnicas de energía, formato de las hojas de anomalías, etc.

Finalmente, se aspira a que el presente proyecto constituya un verdadero aporte para todas aquellas personas inmersas en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

# **CAPITULO I**

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Pérdidas Eléctricas**

#### ***1.1.1 Introducción.***

El problema con las pérdidas de energía radica especialmente en la gestión de las Empresas Eléctricas, es decir en su eficiencia y optimización de recursos. Debido a la situación actual no se puede realizar inversiones en todas las áreas de la empresa pero con pequeñas inversiones en lugares estratégicos se puede recuperar dicha inversión hasta en un corto plazo.

El incremento de estas pérdidas afecta directamente a la empresa distribuidora ya sea en el marco socioeconómico, futuras inversiones y en la necesidad de racionalizar el uso de la energía. La falta de inversión en los sistemas de distribución y comercialización de la energía eléctrica no solo conduce a un deterioro en la calidad de servicio que se presta sino que es uno de los factores contribuyentes al incremento de las pérdidas tanto las técnicas como las no técnicas.

La eficiencia en la gestión y la optimización de los recursos debe ser una preocupación y una función generalizada en todos los sectores de la empresa eléctrica. En la mayoría de los casos las pérdidas no técnicas representan el problema más grave donde la energía que se factura no es la real y en ello inciden muchos factores que van desde lo administrativo de una empresa, hurto de la energía, conexiones ilegales, etc.

Todos estos factores que involucran pérdidas a la empresa son transferidos a la tarifa del usuario final puesto que las empresas tienen que comprar una energía adicional y somos los usuarios quienes pagamos las consecuencias.

### ***1.1.2 Definición***

Se define las pérdidas eléctricas, como aquella energía que se pierde en cada una de las etapas funcionales del sistema de distribución más las pérdidas no técnicas o comerciales producidas por la falta de medición y/o facturación a usuarios que se aprovisionan de energía en forma ilegal o cuyos sistemas de medición sufren algún daño.

### ***1.1.3 Influencia y consecuencia de las pérdidas de energía eléctrica.***

Las pérdidas de energía eléctrica consiste en un problema que puede ser controlado sí la empresa distribuidora de energía así lo decide. Las influencias y consecuencias de las pérdidas de energía eléctrica que usualmente se tienen las exponemos a continuación.

### ***1.1.3.1 En la gestión técnica-económica de la empresa***

El valor de las pérdidas de energía es uno de los indicadores de la gestión técnico-administrativa de la empresa, por lo cual; es imprescindible conocer y evaluar la incidencia de las mismas en todas las etapas de la distribución de energía hasta la entrega al usuario. Con esto se podrá establecer criterios y políticas que conlleven a un control permanente y a la reducción de las mismas.

La falta de control de las pérdidas de energía tiene los siguientes efectos sobre la gestión empresarial:

- Produce cortocircuitos y sobrecargas en las redes e instalaciones, lo que haría que la empresa realice fuertes inversiones tanto en renovación como en ampliaciones.
- Origina una pérdida de ingresos por los consumos no facturados

Como se sabe la demanda crece a un cierto nivel, así que para solucionar éste crecimiento se deben realizar inversiones las mismas que requieren recursos pero estos son escasos. Además, el problema de no ejecutar los proyectos y planes de reducción de pérdidas produce en el personal de la empresa un sentido de frustración que con el tiempo se traduce en indiferencia, facilitando así el degradamiento de los procedimientos y los controles que lleva a un fuerte deterioro de la operación dando lugar a;

- Desarrollo de un sentimiento generalizado de impotencia en los responsables de supervisión y control.

- Encubrimiento de acciones ilícitas por parte de los propios integrantes de la empresa ya sea por beneficio propio o de terceros perjudicando económicamente a la empresa.
- Aumento permanente en el hurto de la energía o realización de todo tipo de fraude para reducir ilícitamente los registros de consumo y por ende el valor de la facturación.

#### ***1.1.3.2 En el orden social y de la seguridad***

La crisis económica por la que actualmente atraviesa nuestro país, la deuda externa, la falta de inversión extranjera, falta de fuentes de trabajo son algunos factores que han llevado a que el incremento de las pérdidas de energía eléctrica este fuertemente relacionado con el empobrecimiento generalizado de los usuarios de ingresos medios y bajos.

Esto ha ocasionando que las personas pongan en práctica nuevos métodos para apropiarse en forma indebida de la energía eléctrica agrediendo de esta manera las redes de distribución e instalaciones que generalmente se encuentran en la vía pública sin ninguna vigilancia y poco control por parte de la Empresa Eléctrica. La apropiación indebida de la energía eléctrica motiva a que los usuarios que cumplen normalmente con sus obligaciones y pagos de sus consumos se vean incitados a realizar lo siguiente:

- Apropiarse en forma indebida y gratuita de la energía a fin de evadir los registros reales.
- A no pagar las facturas de energía motivo por el cual la empresa ordena el corte del servicio.



- Conectarse directamente de la red de distribución.

El apoderarse en forma ilegítima de la energía eléctrica por parte de algunos usuarios produce:

- Verdaderas agresiones sobre las instalaciones lo que conducen a un pronto deterioro de las mismas con serías consecuencias para la seguridad pública.
- En las horas de máxima demanda hace que estos usuarios no puedan usar ningún electrodoméstico. Debido a que el voltaje en estas zonas es menor al aceptable, con lo cual la utilización normal de los electrodomésticos es técnicamente peligrosa para la duración de los mismos.
- Estas se las realizan sin ninguna norma técnica, con uniones manuales, conductores inadecuados los mismos que atraviesan paredes, árboles, etc., hasta llegar a las viviendas.
- De igual forma el manejo inadecuado de medidores por personas no idóneas produce un deterioro prematuro, la acción en las borneras conllevan al recalentamiento de las mismas y por lo tanto a la inutilización del elemento correspondiente lo que provoca cambios o reparaciones necesarias para normalizarlos.

#### ***1.1.3.3 En el orden de la ética y la moral***

El robo de energía eléctrica a través de conexiones directas sin registro en la empresa y la alteración de las mediciones para obtener registros fraudulentos, realizado en forma indiscriminada y con una alta impunidad producen efectos económicos negativos sobre los ingresos de las empresas lo cual constituye una fuerte incidencia sobre la moral y la ética de la población.

Esta acción ilegal no se lo tiene solo en los usuarios masivos sino también en las propias industrias y comercio donde la modalidad característica del ilícito consiste en la manipulación de los sistemas de medición, es decir; una intervención técnicamente más calificada, la degradación ética-moral es mas injustificable dado que persigue fines de lucro, fomentando la competencia desleal y la evasión fiscal que repercute luego sobre toda la sociedad.

#### ***1.1.4 Clasificación de las pérdidas eléctricas***

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

En un sistema eléctrico normalmente se identifican dos tipos de pérdidas que son las técnicas y las no técnicas, que de una manera general se presentan a continuación.

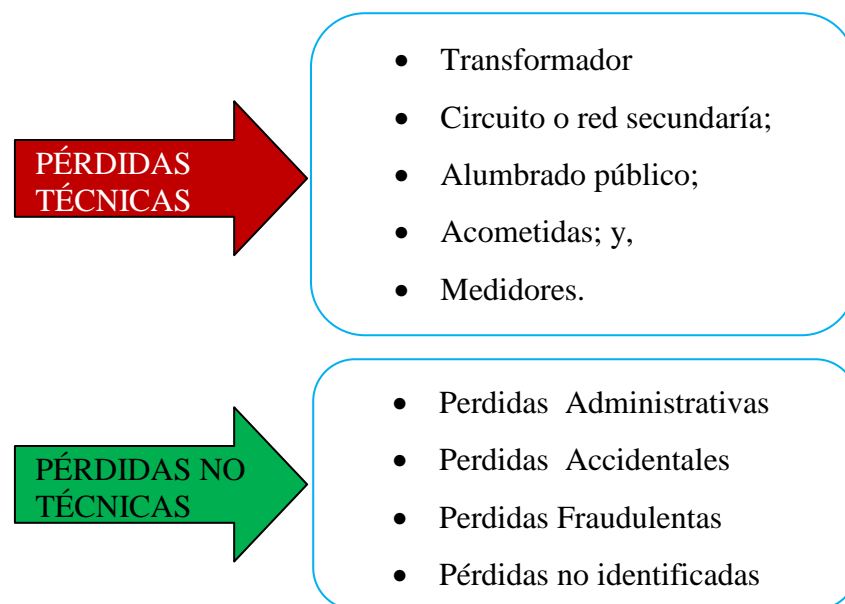
Las **pérdidas técnicas** se dan en los elementos y equipos de los circuitos eléctricos, por ejemplo en líneas de transmisión, transformadores y bancos de capacitores. Su origen son los principios que rigen la transformación de la energía.

En un sistema de distribución eléctrica se tiene innegablemente pérdidas técnicas debido a que no existe un sistema ideal sin pérdidas de ningún índole, sino al contrario, los subsistemas poseen estos márgenes de pérdidas, pero si estos valores son excesivos, significa que no existe suficiente ingeniería por parte de la Empresa Distribuidora y se encuentra en condiciones incorrectas; y por tanto resultados negativos para la comunidad en general.

Lo que se ha convertido en un grave problema para las compañías de electricidad son las **pérdidas no técnicas** particularmente las del tipo fraudulento por parte de consumidores deshonestos. Aunque el abuso por tal concepto se da en todos los estratos sociales no deja de sorprender el hecho de que en la mayoría de los casos el mayor volumen de pérdidas se encuentra en los grandes consumidores. En nuestro país no estamos libres de dicha problemática y en algunas zonas el porcentaje de pérdidas por este concepto merece consideración especial.

Las pérdidas de energía en su clasificación se pueden resumir en un cuadro como el siguiente:

**FIGURA 1.1.**  
**CLASIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA**



*FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.*  
*ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR*

## **1.2 Pérdidas Técnicas**

Las empresas eléctricas son las encargadas de dar servicio eléctrico a sus clientes y lo deben hacer de tal forma que tanto ellas como sus clientes queden satisfechos, tal servicio se lo realiza a través de los sistemas de distribución secundaria los mismos que están constituidos por:

- Transformador;
- Circuito o red secundaria;
- Alumbrado público;
- Acometidas; y,
- Medidores.

Normalmente los sistemas secundarios están compuestos en su totalidad por líneas aéreas por las cuales circulan las corrientes necesarias para suplir la demanda de potencia.

### ***1.2.1 Clasificación de las pérdidas técnicas***

Las pérdidas técnicas constituyen la energía que se disipa y que no puede ser aprovechada de ninguna manera. Este tipo de pérdidas se produce en todos los niveles desde las barras de salida de los generadores hasta la llegada a los equipos de los usuarios. De una manera general, las pérdidas técnicas en un sistema eléctrico se pueden clasificar en: pérdidas en vacío y pérdidas en carga.

#### ***1.2.1.1 Pérdidas en vacío.***

Este tipo de pérdidas depende principalmente de la variación de la tensión más no de la variación de la demanda y se presenta normalmente en los transformadores y las máquinas eléctricas. Estas pérdidas se deben a las corrientes de Foucault y las corrientes de histéresis producidas por las corrientes de excitación, también se incluyen en este tipo de pérdidas las que se deben al efecto corona las mismas que se dan a niveles de voltaje más elevado.

La corriente de Foucault y el efecto corona se describen en el anexo 1.

Como en los sistemas eléctricos se tienen fluctuaciones de tensión relativamente pequeños es frecuente considerar las pérdidas de vacío como un valor constante.

#### ***1.2.1.2 Pérdidas en carga.***

Se las denomina también pérdidas asociadas con la variación de la demanda. Este tipo de pérdidas son aquellas que se encuentran relacionadas con las corrientes que circulan por los elementos del sistema (efecto joule); cada componente del sistema tiene asociada una resistencia a sus características técnicas y tipo de material componente de la misma que al combinarse con la corriente producen éstas pérdidas.

El Efecto Joule se especifica en el anexo 2.

### ***1.2.2. Causas de las pérdidas técnicas***

Su mayor concentración es ocasionada por la transmisión de energía eléctrica por medio de conductores, transformadores y otros equipos del sistema de distribución (efecto Joule) así como las ocasionadas en las líneas de transmisión por el efecto corona. Debido a que nuestro estudio se basa en la reducción de pérdidas no técnicas para un sistema de distribución y que para este efecto las pérdidas técnicas a considerarse son las pérdidas en las líneas y transformadores solo se detallarán estas en el presente capítulo.

#### ***1.2.2.1 Pérdidas en las líneas.***

Las pérdidas en las líneas, que son las sumas de las pérdidas ( $I^2R$ ) o por resistencia se pueden hallar con facilidad cuando se conocen las corrientes en las cargas picos. Es frecuente establecer hipótesis simplificadoras al realizar los cálculos. Por ejemplo, si la carga se puede considerar como si estuviera uniformemente distribuida las pérdidas son las mismas como si la carga estuviera concentrada en un punto a un tercio de la distancia del alimentador.

#### ***1.2.2.2 Pérdidas en los transformadores.***

Los transformadores tienen una pérdida en vacío, así como una con carga. La pérdida en vacío en un transformador es independiente de la carga, mientras que la pérdida con carga variará proporcionalmente con el cuadrado de la corriente.

Estas pérdidas para los transformadores de distribución suelen publicarse como pérdidas en vacío y totales, cuando el transformador está operando a voltaje y KVA nominales. La pérdida con carga a la corriente a plena carga, es la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas en vacío.

### ***1.2.3 Métodos de reducción***

A continuación se presentan diferentes métodos de reducción para las pérdidas técnicas.

#### ***1.2.3.1 Rotación de transformadores.***

Los transformadores de distribución pueden hasta duplicar su porcentaje de pérdidas si operan con cargas muy bajas (por las pérdidas en vacío) o muy altas (pérdidas combinadas de vacío y de carga).

La rotación de transformadores permite reubicar los transformadores subutilizados o sobreutilizados a fin de que trabajen dentro de la curva de eficiencia de transformadores.

Esta curva define que la eficiencia en un transformador es máxima cuando la utilización de su capacidad nominal está entre un 50% y 70%, esto es, que el transformador es menos eficiente si se carga a menos de la mitad de su capacidad o más allá del 70% de su capacidad nominal.

Para tal efecto se deberán realizar mediciones en los transformadores de distribución a fin de determinar el factor de utilización y proceder a rotarlos en caso de ser necesario. Si bien esto es correcto desde el punto de vista teórico, no se justifica en el aspecto económico; ya que se tendría que realizar una inversión muy elevada en la adquisición de transformadores, a fin de determinar el factor de utilización y realizar la rotación de transformadores, para disminuir en menos de 1% las pérdidas en cada transformador.

#### ***1.2.3.2 Cambio de conductor.***

Al realizar el cambio de conductor se varía la resistencia, de manera que se tendría una disminución de pérdidas por efecto joule con un aumento en el calibre del conductor. Antes de realizar dicho cambio se debe determinar si el conductor de la red está sobrecargado para ello se considera la energía que se consume en la red, calculando la corriente que se tiene para máxima demanda con lo cual se verifica si es mayor o no a la capacidad nominal del conductor de la red con el fin de realizar el cambio del conductor en caso de ser necesario o en su defecto transferir abonados a otro circuito para aliviar la carga o dividir ese circuito.

Se debe tener mucho cuidado al aplicar esta alternativa ya que la mayoría de las veces resulta más beneficioso (hablando en términos económicos) el no cambiar el conductor ya que la recuperación de energía es mínima comparada con la inversión la cual no se recuperaría de manera inmediata sino a largo plazo.

#### ***1.2.3.3. División de sectores.***

A través de la división de sectores se busca localizar el centro de carga a fin de evitar distribuir la energía mas allá de la distancia donde las pérdidas eléctricas se incrementan debido a la longitud recorrida por la corriente.



Para tal efecto se procede a realizar los levantamientos de los circuitos secundarios y en cada poste se incluye la suma de los consumos promedios mensuales de los abonados conectados a dicho poste con ello se logra determinar en qué poste debe estar ubicado el transformador a fin de tener los consumos lo más equilibrado posible.

Estos métodos podemos complementar con las siguientes actividades:

- Optimización de los recursos en base a la utilización de equipos más eficientes y tecnologías de última generación.
- Análisis y evaluación del sistema eléctrico en tiempo real, soportados en programas informáticos de última generación.
- Utilización de programas informáticos, para optimizar los cambios y/o refuerzos del sistema, así como considerar de ser necesario la instalación de reguladores de voltaje, compensación de reactivos y la instalación de filtros de armónicas para la reducción de su incidencia en los sistemas de distribución de energía.
- Análisis de las curvas típicas de carga para la optimización de la capacidad de los diferentes bancos de transformación y líneas de sub-transmisión y distribución.
- Análisis de los diferentes circuitos secundarios, para determinar e implementar circuitos óptimos que garanticen: calidad y continuidad de servicio y minimicen las pérdidas.
- Utilización de transformadores de distribución con mejor calidad magnética asegurando de esta forma que las pérdidas en el núcleo sean mínimas. Esto debe ser analizado con detenimiento ya que los

transformadores son máquinas muy eficientes y una inversión mayor en transformadores con mayor eficiencia no implica una disminución apreciable en las pérdidas pero si un gran costo económico a ser asumido por la empresa,

- Asegurar el dimensionamiento del conductor del neutro del sistema de distribución pues en condiciones de armónicos se producirá calentamiento por el flujo de corrientes adicionales generando pérdidas por el efecto joule.

### **1.3 Pérdidas No Técnicas**

Las pérdidas no técnicas no constituyen una pérdida real de energía. En efecto, esta energía es utilizada por algún usuario para alguna actividad, el cual puede estar registrado o no en la empresa de distribución y por ello recibe solo parte o ninguna retribución por la prestación del servicio, ocasionándole así una pérdida económica.

Por ciertas causas que más adelante se analizarán una parte de esta energía efectiva no es facturada, por lo tanto; la energía no facturada más los gastos financieros (los que se obtienen por la gestión de deuda de los clientes) y más las facturas incobrables constituyen las pérdidas no técnicas de la empresa.

La revisión de las instalaciones de medida y acometidas constituye la herramienta más efectiva para la detección de infractores y para el control de las pérdidas no técnicas.

### ***1.3.1 Naturaleza y origen de las pérdidas no técnicas***

Las pérdidas no técnicas son por naturaleza, pérdidas íntimamente vinculadas con la calidad de la gestión entre los clientes y la empresa, el origen de estas pérdidas se da en cada una de las etapas que normalmente se siguen para dar servicio al abonado y que a continuación se describen:

- *Alimentar.-* Esta etapa consiste en dar servicio al cliente las pérdidas no técnicas son originadas por las conexiones clandestinas (fraudes) y los clientes conectados sin medidor.
- *Identificar.-* Es decir se debe conocer los datos técnicos, administrativos y comerciales característicos de cada cliente pero en ciertos casos los datos del mismo son erróneos y no se encuentran bien identificados originándose con ellos pérdidas no técnicas, como por ejemplo error en la tarifa
- *Medir.-* El consumo de cada cliente debe ser registrado sin error pero se pueden tener medidores en fraude, defectuosos, estimaciones de consumo erróneo etc., los cuales también originan pérdidas no técnicas.
- *Facturar.-* Con las mediciones que se registran del cliente se procede a la facturación de acuerdo al contrato establecido, pero por razones de datos erróneos, lentitud e irregularidad en la edición y cobro de la factura se originan estos tipos de pérdidas.
- *Cobrar.-* Se debería recaudar en el plazo más corto posible la suma debida por los clientes, aquí las pérdidas no técnicas tienen su origen en la falta de pago por parte del cliente.

### ***1.3.2 Efectos de tener pérdidas de energía***

Tener pérdidas de energía significa económicamente para las empresas distribuidoras:

- Menor disponibilidad de capacidad instalada
- Disminución de ingresos por los consumos no facturados.
- Mayor pago en la compra de energía debido al despilfarro de energía de quien no le cuesta.
- Mayor costo en el mantenimiento de redes de distribución.

Estas causas dan como consecuencia:

- Mayor pago por el transporte de la energía por el sistema de transmisión nacional y el sistema de distribución local.
- Disminución de vida útil de la infraestructura eléctrica (redes o instalaciones) obligando a fuertes inversiones tanto en renovación como en ampliaciones.
- Cobros no reales en la factura de los clientes.
- Menores planes de expansión y reposición.

Entre los principales factores que hacen que aumenten las pérdidas de energía en una Empresa Distribuidora se pueden citar:

- Aumento de las tarifas, lo que provoca el incremento de la sustracción de energía para de esta forma pagar menos;
- La situación económica del país;
- La vulnerabilidad de las redes para que los clientes se conecten directamente;
- La falta de inversión en comercialización;
- Compromisos ilícitos con personal de la empresa o de índole político
- Desorden administrativo en la empresa distribuidora.
- Falta de recursos financieros y humanos para implementar proyectos y programas de reducción.
- Falta de continuidad de los programas para asegurar resultados permanentes.
- Desplazamientos de estos programas dando mayor prioridad a los programas de inversión, ya que los anteriores reflejan menos beneficios visibles para las gestiones operativas a corto plazo.

### ***1.3.3 Clasificación de las pérdidas no técnicas***

Las pérdidas no técnicas se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios partiendo del análisis de la naturaleza y origen de las pérdidas no técnicas se las puede clasificar de la siguiente manera:

### ***1.3.3.1. Pérdidas Administrativas***

#### ***1.3.3.1.1 Pérdidas por administración.***

Las deficiencias en la gestión administrativa de una empresa distribuidora generalmente lleva a un incremento de las pérdidas no técnicas las mismas que son un reflejo de:

- Organización y eficiencia empresarial
- Recursos y esfuerzos que se dedican a la operación comercial
- Controles y seguimientos de los procesos administrativos y de gestión de la clientela

El departamento de facturación contribuye directamente e indirectamente a la disminución de las pérdidas no técnicas de energía por lo cual debería tomar acción para disminuirlas. Estas pérdidas corresponden a la energía no registrada por problemas de gestión administrativa de la empresa distribuidora como son:

- a) Errores en la medición de consumo
- b) Errores en los procesos administrativos de los registros de los consumos tales como:
  - Medidores instalados pero no ingresados al sistema de cómputo.
  - Medidores ingresados al sistema de computo pero que sin embargo no sale consumos

- Medidores instalados hace varios años los mismos que recién salen facturas
- Inadecuada información que produce errores y/o demoras en la facturación
- Falta de registro adecuado en los consumos propios
- Errores y/o atrasos en los registros y censos de alumbrado público

#### ***1.3.3.1.2. El fraude legal***

Es un tipo de fraude de problema mayor, íntegramente administrativo y que tiende a generalizarse por la ineficacia de los controles de la empresa comercializadora del servicio. Consiste en un acuerdo entre un empleado de la empresa y el cliente para que periódicamente y mediante la manipulación del medidor se ajuste la lectura del mismo a un consumo preestablecido de forma que en el momento a pagar permita la cancelación de un valor menor.

La posibilidad de detectar este tipo de fraude es cuando se rompe el convenio entre el infractor y el empleado de la empresa. La rotación de lectores ayudaría al control de este tipo de fraude

#### ***1.3.3.2. Pérdidas Accidentales***

##### ***1.3.3.2.1. Pérdidas por error en el equipo de medición***

Este tipo de pérdidas no técnicas de energía son propias del equipo de medición debido al tiempo de funcionamiento del instrumento.

#### ***1.3.3.3. Pérdidas Fraudulentas***

Los equipos de medición (medidores) son aparatos en la que su principal función es registrar el consumo de energía eléctrica de un determinado usuario pero este en ciertas ocasiones no refleja el verdadero valor de consumo siendo este un grave problema para la empresa por las grandes afectaciones financieras, económicas, políticas y sociales. Además estas pérdidas afectan a los agentes del sector eléctrico, a la futura expansión del sistema y a la calidad del servicio.

##### ***1.3.3.3.1. Pérdidas por fraude en los equipos de medición***

La aplicación de la electricidad la que constituye el principal elemento del crecimiento y desarrollo de la sociedad, paralelamente a los usos incipientes de la electricidad para poder dar uso a los distintos aparatos y equipos eléctricos y así obtener una mejor forma de vida, pero hay que reconocer que la prestación de estos servicios cada vez es más caro y el aumento de las tarifas eléctricas hacen que personas incurran al delito así el robo de energía se da entre otras razones por no ahorrar energía, procurar tener facturas más económicas y por falta de control y penalización de las empresas.

Así surgen los diferentes tipos de fraudes a nivel de los medidores y/o equipos de medición instalada a los clientes residenciales, comerciales, industriales y hasta en sectores públicos y privados de la región.

##### ***1.3.3.3.2. Borneras puenteadas***

Consiste en la desviación de la corriente a través de un puente colocado en la parte inferior de la bornera la cual une la línea de corriente de entrada con la línea de la corriente de salida evitando de esta manera que la corriente circule por la bobina de corriente del medidor como se indica en la figura 1.2. Dependiendo del calibre del conductor (resistencia) con la que se realice el puente el medidor deja de registrar la energía real consumida por el usuario



**FIGURA 1.2**  
**PUENTE EN LA BORNERA DEL MEDIDOR**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR**

Los daños más frecuentes por este tipo de fraudes son:

- Violación de los sellos de la tapa bornera
- Manipulación de los elementos de la bornera con riesgo a producir corto circuito
- Borneras quemadas

#### ***1.3.3.3. Desconexión de las bobinas internas***

Consiste en cortar el cable de alimentación de una o más bobinas de tensión del medidor. Los daños que producen este tipo de fraude son los siguientes:

- Violación de sellos de seguridad (tapa-medidor)
- Manipulación y corte del cableado interno.

#### ***1.3.3.3.4. Cojinetes apretados***

Consiste en manipular la base del cojinete inferior (doble zafiro), apretándolo un poco, lo que impide que el disco gire normalmente. El disco girará cuando haya una corriente apreciable. Por lo general se deja de registrar más del 45% del consumo real del usuario.

Los daños son los siguientes:

- Violación de sellos de seguridad (tapa-medidor).
- Manipulación de las partes internas del medidor.

#### ***1.3.3.3.5. Cambio de constantes de medición (rev/kwh)***

Este es quizás uno de los más ingeniosos pero demostrativos de la intervención inequívoca de personal de la empresa y/o ex trabajadores en la manipulación del medidor.

Al intercambiar las relojerías se mantendrán los valores de Kwh propios del medidor pero la Rr no serán las correspondientes al Kwh para registrar un kilovatio-hora cuando el consumo sea realmente ese.

Por ejemplo si existen dos medidores similares con valores de Kwh diferentes (tómenos como ejemplo 1.8 Wh/Rev y 3.6 Wh/Rev) las Rr de las relojerías de los medidores serán diferentes y mantendrá la misma proporción del Kwh pero en forma inversa (es decir la primera será el doble de la otra). Esto es debido a que el producto de ambas debe registrar el mismo valor de Kilovatio-hora.

Esto quiere decir, que si tomamos el medidor con Kwh de 3.6 Wh/Rev cuya relojería será igual a 25 y se lo instale una relojería con Rr de 50 el medidor registrara la mitad del consumo ya que la relojería requerirá el doble de vueltas para registrar un kilovatio-hora.

De esta forma modifica la constante de medición del medidor por supuesto con una relación que favorezca al cliente. Este tipo de fraude tiene como límite que solo es posible realizar en medidores de la misma marca.

Los daños son los siguientes:

- Violación de sellos de seguridad (tapa medidor).
- Manipulación de partes internas de medidor (integrador).
- Sustitución de componentes.

#### ***1.3.3.3.6. Engranaje integrado dañado***

Es una versión mejorada del fraude anterior pero si se quiere menos original por la poca delicadeza en su ejecución. Consiste en cortar una porción del engranaje más pequeño para de esta forma permitir por un lapso de tiempo que el engranaje mayor no trabaje y en consecuencia deje de arrastrar los números del integrador. Hasta que nuevamente hace contacto y se normaliza el funcionamiento de registro de carga. Se deja de facturar más del 50 % de la energía consumida.

#### ***1.3.3.3.7. Otros tipos de fraudes técnicos***

Se trata de métodos más rudimentarios, como por ejemplo, perforación mínimo de la tapa del medidor para introducir alambres muy finos que impiden el funcionamiento normal del equipo, otros quitan la tapa del medidor y dejan caer pegamentos en los números del integrador para obtener el mismo resultado. En general este tipo de fraudes solo se practica en sectores de áreas marginales.

Los daños son los siguientes:

- Violación sellos de seguridad (tapa medidor)
- Manipulación de partes internas del medidor
- Rotura de componentes del medidor (engranaje de plástico)

#### ***1.3.3.3.8 Pérdidas por robo o hurto***

El hurto de energía se puede definir como la interferencia intencional en la red de energía eléctrica, así como también a aquellos que alteran la acometida antes de llegar al medidor. Se puede clasificar de la siguiente manera:

***Pérdidas por conexiones clandestinas.***-Las pérdidas de energía por conexiones clandestinas son aquellas que a pesar de tener equipo de medición se conectan directamente en la red o pican la acometida de tal forma que esta no sea visible, como se muestra en la figura 1.3, causando de esta manera pérdidas de la empresa ya que el medidor no registra el consumo real y por lo tanto la facturación no es real.

**FIGURA 1.3**  
**CONEXIONES CLANDESTINAS**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR**

***Pérdidas por conexiones ilegales.-*** Son aquellas conexiones que se realizan a la redes de distribución sin el respectivo equipo de medición y sin la previa autorización de la empresa. En la mayoría de los casos, las conexiones se realizan sin los requerimientos técnicos de seguridad y protección (fusible o breakers) para la instalación eléctrica como se indica en la figura 1.4. La experiencia con el problema de sustracción de energía en los barrios, indica que el mal continuara, a menos que la empresa inicie programas agresivos de prevención de la sustracción de energía.

Se puede considerar varias las causas que originan las conexiones irregulares las cuales son:

- Falta de apoyo financiero para inversiones en la ampliación de las redes de distribución.
- Sistemas de distribución altamente vulnerables, que permiten el fácil acceso de terceros.
- Recursos humanos limitado para atender las pérdidas no técnicas de energía.
- Ausencia de un régimen legal claro que tipifique la sustracción de energía como delito
- Falta de apoyo de organismos oficiales para contrarrestar la sustracción de energía
- Costumbres de grandes sectores de la población para hurtar energía practica que se convirtió en una modalidad generalizada.

- Dificultad para electrificar, motivado a que gran cantidad de barrios se establecen en terrenos privados e inestables y que aun no han sido desapropiados.
- Hay casos en donde la baja capacidad de pago incide en que se conecten ilegalmente

Las conexiones ilegales no cumplen con ninguna norma técnica y se caracterizan por conexiones realizadas con conductores inadecuados y en ocasiones con alambres de púas colgando por arboles, paredes, techos, por el suelo y postes rudimentarios. Todo esto crea una verdadera maraña de cables en precarias condiciones provocando riesgo y peligro, a esto se añade que para ahorrar cable toman como punto de tierra las tuberías de agua de las viviendas pocas veces se conectan al cable neutro de la red de distribución.

**FIGURA 1.4**  
**CONEXIONES ILEGALES**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR**

#### ***1.3.3.4. Pérdidas no identificadas***

Este tipo de pérdidas de energía consiste en aquellas conexiones que se realizan en las noches así como también la adulteración de medidores dándoles una opción en la cual no se registra el verdadero consumo de energía. Todas estas anomalías son difíciles de detectar durante la inspección ya que estas se realizan durante el día razones por las cuales no pueden ser identificadas con facilidad.

### ***1.3.4 Métodos de reducción***

En la presente sección se mencionaran algunos métodos de reducción de pérdidas no técnicas, los cuales son:

- Reingeniería de procesos para reducir las pérdidas debidas a los procesos administrativos.
- Revisión completa de los abonados ubicados en barrios o zonas no marginales, siguiendo rutas preestablecidas para evitar pérdidas por conexiones ilegales, fraude y conexiones clandestinas.
- Instalación de medidores en cajas antihurtó con el objetivo de evitar que sean intervenidos.
- Colocación de sello de plástico, difícil de violar, numerado donde conste la sigla de la empresa sobre relieve para permitir un control inmediato sobre sus abonados.

- Instalación de conductores antihurto para evitar las conexiones clandestinas. Dicho conductor está compuesto por un alma de aluminio, una capa de aislante plástico que la rodea, una cubierta conductora de cobre que recubre a la primera capa aislante y otra capa aislante de plástico que se encuentra al exterior del conductor.
- Planes especiales de facilidad de pago de deudas acumuladas, condonación de deudas, etc.
- Asesorar en el uso racional de la energía a fin de lograr que el cliente una vez ingresado modere sus consumos, evitando así abonar abultadas facturas con las posibles consecuencias de suspensiones de servicios, avisos de corte, etc.

## **1.4 Empresa Eléctrica Provincia Cotopaxi (ELEPCO S.A.)**

### ***1.4.1 Reseña Histórica***

El 11 de abril de 1909 el Coronel Justiniano Viteri, Presidente del Consejo Municipal de Latacunga inauguró en forma oficial el servicio de Alumbrado Eléctrico de esta ciudad, conformándose lo que se llamó los Servicios Eléctricos Municipales entidad que desde aquella fecha fue la encargada de administrar la energía eléctrica producida por un pequeño generador hidráulico de 30 KW localizada en el barrio Miraflores.

El servicio que se brindaba era exclusivamente de alumbrado de domicilios y de las calles céntricas de la ciudad. Al transcurrir los años y al incrementarse la utilización del servicio eléctrico fue necesario que en 1925 se inaugure otra



Central Hidráulica de 300 KW en el Río Yanayacu. El voltaje al cual se generaba era el mismo al que se distribuía y se consumía, es decir 110/220 V., con la primera central y luego con la segunda distribuida a 2.400V. Al seguir creciendo la demanda eléctrica se mentalizó el proyecto Illuchi ubicado a 10 Km al oriente de la ciudad de Latacunga y es así que en 1951 el Alcalde de Latacunga Don Rafael Cajiao Enríquez inaugura la primera etapa de dos Grupos Hidráulicos de 700 KW cada uno. En la segunda etapa se instaló el tercer grupo 1400 KW entrando en operación en 1955.

En 1967 entró en funcionamiento la Central Illuchi N° 2 con 1400 KW. Los caudales de agua que se aprovechaban eran de las lagunas de Piscacocha, Salayambo y las captaciones de las acequias Retamales, Ashpacocha y Dragones. Con las nuevas centrales se cambió el sistema de distribución a 6.300 V; y el servicio eléctrico se extendió a las zonas rurales, es decir, a las parroquias de Aláquez, Joseguango, Guaytacama, Mulaló, Tanicuchí, Toacazo, Pastocalle, a 29 recintos y caseríos; además se vendía en bloque a los municipios de Pujilí y Saquisilí.

El 2 de mayo de 1975 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL se hace cargo de la administración de la energía eléctrica de Cotopaxi y funda el Sistema Eléctrico Latacunga (S.E.L.), inmediatamente inicia sus labores, sus primeras obras fueron la reparación de las Centrales Hidráulicas y el revestimiento de 15Km del canal de aducción. Luego desde 1976 se inicia una remodelación integral y ampliación de las redes de distribución de las zonas rurales de la provincia.

Las redes de distribución se constituyeron exclusivamente en postes de madera tratada y de hormigón con conductores de cobre y con un voltaje de 13.800 V en el año de 1983.

En el mes de mayo de 1977 el S.E.L. se interconecta al Sistema Nacional mediante la S/E San Rafael y una línea de 69 KV hasta la ciudad de Ambato. Con este suceso el S.E.L. inicia una ampliación sin precedentes ya que se comienza a dar energía a varias fábricas antiguas y nuevas en la vía a Lasso, a la vez se comienza a proporcionar la integración de los cantones Salcedo, Saquisilí y Pujilí.

Mediante sendos Convenios de Administración y Fideicomiso se logra la integración al S. E. L. de los diferentes cantones: en mayo de 1979 Salcedo, el 30 de junio de 1980 Pujilí y el 28 de marzo de 1982 Saquisilí.

Ante el notario segundo del cantón Latacunga el 25 de noviembre de 1983 se otorga la escritura pública de constitución de la compañía anónima denominada "EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A." (ELEPCO S.A.). El 1<sup>ro</sup> de febrero de 1984 entra en funcionamiento la empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi; siendo sus accionistas INECEL y los Ilustres Municipios de Latacunga, Saquisilí, Salcedo y Pujilí.

En el mes de marzo de 1987 se realiza la construcción de la ampliación de las Centrales Hidráulicas Illuchi N° 2 con el financiamiento de INECEL y de fondos propios de la Empresa. Esta ampliación tiene 5200 KW divididos en dos grupos, inició su funcionamiento en el mes de diciembre de 1987.

La Junta General de Accionistas en sesión extraordinaria del 29 de diciembre de 1994, aprobó la incorporación del Honorable Consejo Provincial de Cotopaxi y de la Ilustre Municipalidad de Pangua como accionistas de ELEPCO S.A. El 6 de febrero del 2001 ingresaron los Municipios de Sigchos y la Maná.

### ***1.4.2 Misión, Visión y Valores***

La misión de la empresa es proveer potencia y energía eléctrica en su área de concesión de la Provincia de Cotopaxi en forma suficiente, confiable, continua y al precio justo, de tal manera que se tienda al desarrollo socio económico de la sociedad y de los sectores productivos de la provincia.

La visión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., es la de ser líder en el sector eléctrico del país, garantizando un excelente servicio durante las 24 horas diarias.

Los valores que caracterizan a ELEPCO S.A., son: calidad, eficiencia, responsabilidad y trabajo.

### ***1.4.3 Plan Estratégico***

Con la finalidad de afrontar los retos de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico la actual Presidencia Ejecutiva y la administración de la empresa se hallan empeñadas en un objetivo fundamental el cual es **MODERNIZAR EL SISTEMA ADMINISTRATIVO, TÉCNICO, COMERCIAL, FINANCIERO Y LABORAL DE ELEPCO S.A.**, mediante la implementación del presente plan.

- Normar, estructurar y reorganizar la empresa con miras hacia un proceso de excelencia administrativa.
- Recuperar la cartera vencida.

- Eficiencia y austeridad con los recursos económicos a fin de obtener resultados positivos en los balances.
- Capacitación a todo nivel, para direccionar al personal a la misión planteada.
- Planificar, ejecutar y mantener el control absoluto de las obras de expansión del sistema eléctrico, para garantizar el suministro de un eficiente servicio eléctrico.
- Eficiente y oportuna prestación de servicios a los clientes.
- Obtener rentabilidad en los servicios adicionales que presta la empresa.

#### ***1.4.4 Políticas***

Las políticas de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi son:

- Generar energía eléctrica en el Área de Concesión en la Provincia de Cotopaxi, procurando la continuidad, confiabilidad y eficiencia del servicio, así como la optimización de los recursos disponibles.
- Mejoramiento de imagen empresarial, a través de la implementación de sistemas eficaces, oportunos y óptimos ofrecidos a todos nuestros clientes.
- Reacondicionamiento del área de atención al público, se dará más facilidades a nuestros clientes tanto internos como externos, efectuándose la readecuación de oficinas y áreas indispensables para el mejor funcionamiento y comunicación entre las mismas.

- Procurar la obtención de los recursos financieros y materiales oportunamente y de acuerdo con lo establecido en el plan anual de adquisiciones de conformidad con Leyes, Reglamentos y Estatutos vigentes.
- Minimizar la inversión en la iluminación pública y de esta manera liberar los recursos que serán utilizados en obras prioritarias de electrificación.
- Atender el desarrollo de los recursos humanos y su adecuada capacitación y optimización.
- Propender a la racionalización del uso de la energía en todos sus niveles.
- Aprovechar al máximo los recursos provenientes del FERUM en proyectos de electrificación rural.
- Procurar la ampliación del área de concesión de ELEPCO S.A., gestionando la inclusión total del Cantón La Maná.
- Reducción del tiempo en la instalación de medidores para una mejor atención al cliente.
- Mantener permanentemente informada a la ciudadanía sobre cualquier novedad que se presente en la prestación del servicio; a través de los medios de comunicación, especialmente, en lo referente a las suspensiones programadas y a la emisión de planillas, con el fin de que en forma oportuna acudan a cancelarlas.
- Mejorar los niveles de recaudación, logrando promedios mejores.

### ***1.4.5 Enfoque global***

Algo que obstaculiza un estudio de pérdidas son las limitaciones económicas debido a que no existen recursos destinados para el efecto, que justifiquen la ejecución de proyectos de corrección, sin embargo si una inversión se justifica con ventajas dentro del mediano plazo, las correcciones pueden vencer los obstáculos iniciales.

Una empresa distribuidora tiene que enfocarse en el problema más agudo y ese es el de pérdidas en redes secundarias, las empresas deben emprender dentro de sus posibilidades financieras, proyectos tendientes a incorporar la automatización, ingeniería de distribución en su sistema, la inclusión de sistemas de medición en puntos de cambios de niveles de tensión y los sistemas informáticos que integren a los consumidores con cada uno de los elementos del sistema.

La demanda de una red de distribución secundaria es difícil de predecir y está sujeta a errores debido a su complejidad, por lo que es una variable aleatoria, por lo que es necesario utilizar conceptos probabilísticos, deducciones y planteamientos.

Aspectos característicos como datos históricos acerca de la existencia de niveles altos de pérdidas son consideraciones que no se deben dejar de paso, estos valores permiten realizar una comparación y relación con datos actuales, para llegar a proyecciones y metas acerca de pérdidas en años posteriores.

Una comparación es que en aquellos años (1989 – 1991) las pérdidas no permitían la inversión en construcción y mantenimiento del sistema, su demanda se incrementó debido al bajo precio de la energía, en la actualidad la tarifa de la energía se incrementó y las pérdidas bajaron, gracias a las acciones emprendidas, pero no a un punto deseable, por lo que es necesario la reducción inmediata de pérdidas en el sistema eléctrico, con el cambio inmediato en medidores de energía de los abonados, pues existen medidores de energía que sobrepasan los 30 años, sin mantenimiento, por lo que generan pérdidas en sus bobinas.

Un aspecto característico del incremento de pérdidas no técnicas o denominadas negras, es su incidencia en el incremento paulatino en el precio de la tarifa eléctrica, la situación actual en que la sociedad se encuentra atravesando crisis, desempleo y por ende la presencia de asentamientos no regidos por la ley, tienen como consecuencia conexiones ilegales de fraude de energía, incrementándose de manera incontrolable las pérdidas negras, cada distribuidora es conocedora de la cantidad de pérdidas no técnicas, sin embargo no existen mecanismos que proporcionen una reducción y control de conexiones ilegales.

El estudio tiene el fin de lograr una estimación del problema actual por el que pasa la distribuidora, mediante el estudio de redes de distribución secundaria, para así establecer alternativas de recuperación de pérdidas de energía que serían directamente incidentes en planes a futuro dentro de los proyectos de la empresa distribuidora tanto para una expansión del sistema, programas de reducción de pérdidas y bienestar en la comunidad.

#### ***1.4.6 Estudios realizados por ELEPCO S.A. respecto a la evaluación de pérdidas***

Aproximadamente a partir del año 1985 debido a que las pérdidas de ELEPCO S.A. se habían incrementado, con tendencia al aumento; se contrata con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) un estudio, mediante un convenio, para definir un plan de reducción y control de las pérdidas eléctricas para poder reducirlas al nivel exigido por la normativa vigente.

El plan está concebido en una estructura integral de varios programas orientados a solucionar las diversas causas analizadas como incidentes en las pérdidas de la Empresa.

De acuerdo a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, las empresas distribuidoras tenían la obligación de realizar los estudios técnicos correspondientes que permitieran determinar las pérdidas eléctricas por sector: Técnicas y No Técnicas (Comerciales) y por subsistema: en líneas de transmisión, subestaciones, redes de media tensión y baja tensión, acometidas y medidores, con el fin de que, en el caso de tener un nivel de pérdidas alto, estas fueran reducidas progresivamente, hasta alcanzar un 2.0% de pérdidas eléctricas No Técnicas y según la regulación 003/99, este porcentaje debía verificarse para el año 2002 y sería el máximo que se reconocería como parte del valor agregado de distribución (VAD), en la determinación de las tarifas eléctricas para cada distribuidora.

El informe de la OLADE fue analizado y tomado en cuenta como parte de los esfuerzos realizados en el campo de la reducción de pérdidas que dieron la base de la metodología empleada para atacar esa problemática.



### ***1.4.7 Descripción del sistema eléctrico de ELEPCO S.A.***

#### ***1.4.7.1 Área de concesión***

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A. tiene por objeto la prestación del servicio público de electricidad en su área de concesión que corresponde a toda la Provincia de Cotopaxi la cual es 5556 km<sup>2</sup>.

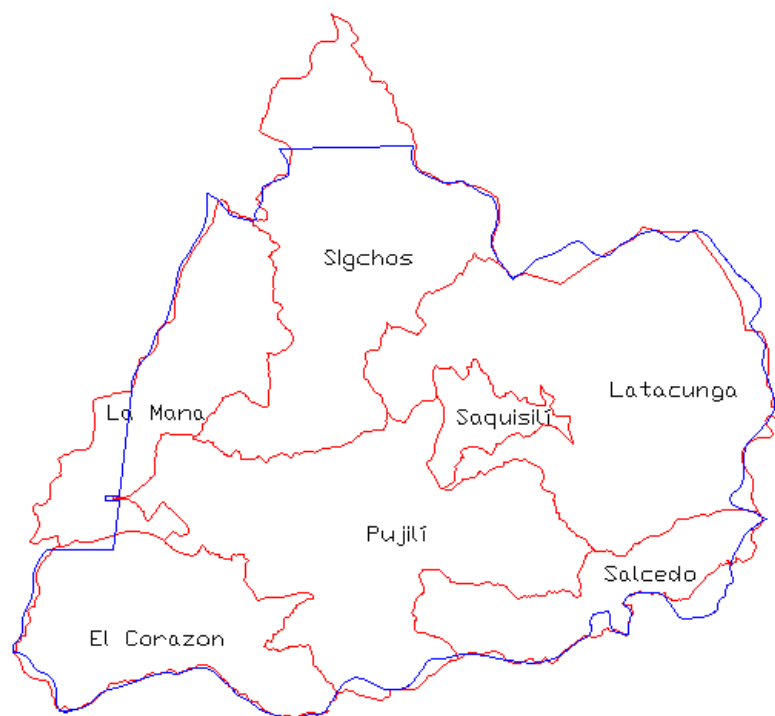
Debido a que las Instituciones que le antecedieron fueron los Servicios Eléctricos Municipales y luego el Sistema Eléctrico Latacunga su sistema eléctrico era muy limitada y sus redes estaban alejadas del cantón La Maná motivó por el cual la Empresa Eléctrica EMELGUR integró a esta zona dentro de su área de concesión, incluyendo varios de sus recintos adyacentes tales como Chipe-Hamburgo, El Toquillal, Tres Coronas, Manguila y San Pablo.

Razones parecidas generaron que la Empresa Eléctrica Ambato brindara servicio en el extremo sur de la Provincia en el sector de Cunchibamba y La Empresa Eléctrica Quito en el extremo norte.

Las Parroquias de Palo Quemado y Las Pampas pertenecientes al Cantón Sigchos ubicadas en los confines Nor-Occidentales de Cotopaxi fueron electrificadas por la Empresa Santo Domingo de los Colorados.

Desde el año de 1978 paralelamente a la remodelación de redes se inicia la expansión del sistema y es así que en forma planificada y paulatina fue extendiendo sus redes eléctricas y actualmente ha rodeado las redes de las empresas eléctricas adyacentes impidiendo su avance.

**FIGURA 1.5**  
**ÁREA DE CONCESIÓN DE ELEPCO S.A.**



**FUENTE: ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR**

#### ***1.4.7.2. Fuentes de suministro***

El sistema eléctrico de ELEPCO S.A. cuenta con dos fuentes de suministro de energía: la generación local y los nodos del S.N.I. desde las subestación Ambato a 69 kV., y desde la subestación Mulaló a 138 kV. Estos nodos son los de mayor aporte de la energía consumida.

##### ***1.4.7.2.1 Generación local***

Se conforma de cinco Centrales Hidroeléctricas: Illuchi 1 y 2 ubicadas en el Cantón Latacunga, El Estado, Angamarca, estas dos Centrales pertenecen al Cantón Pujilí y Catazacón ubicado en el Cantón Pangua.

La capacidad instalada disponible de las cinco centrales para la generación de energía eléctrica es de 15.2 MVA. Se debe indicar que la Central Angamarca opera su sistema de manera aislada con respecto al sistema eléctrico de ELEPCO S.A. En el siguiente cuadro se muestran las características de las centrales de generación de ELEPCO S.A.

**TABLA 1.1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LAS CENTRALES DE GENERACIÓN DE ELEPCO S.A.**

<b>CENTRAL</b>	<b>ILLUCHI 1</b>	<b>ILLUCHI 2</b>	<b>EL ESTADO</b>	<b>CATAZACON</b>	<b>ANGAMARCA</b>
GENERACION	HIDRAULICA	HIDRAULICA	HIDRAULICA	HIDRAULICA	HIDRAULICA
CAPACIDAD (kVA)	5244	6500	2125	1000	375
VOLTAJE (V)	2400	2400	4160	440	4160
FRECUENCIA (HZ)	60	60	60	60	6
FP	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
No. GRUPO	4	4	2	2	2
Año ent. Servicio	1951	1979	1986	1991	1994
Observaciones	Inter. al sistema	Inter. al sistema	Inter. Al sistema	Inter. al sistema	Aislado sist.

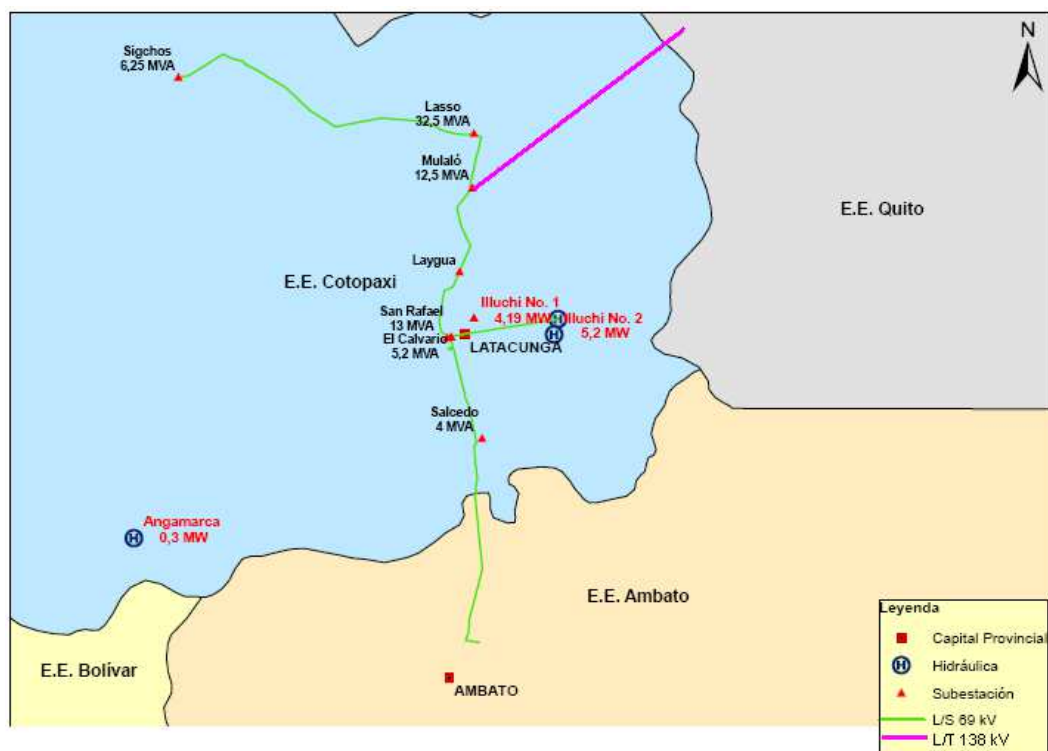
**FUENTE: ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR**

#### ***1.4.7.2.2 Nodos del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I)***

El sistema de ELEPCO S.A. se enlaza al S.N.I a través de dos nodos situados el uno en la subestación Mulaló y el otro en la subestación Ambato, siendo el nodo de mayor importancia el primero por estar situado cerca al centro de carga y con flujo de potencia que significa el 62.7 % de la energía eléctrica disponible. Esta subestación está conectada a la línea de transmisión Pucará-Santa Rosa a un nivel de voltaje de 138 kV., y cuenta con un transformador 50/63 MVA, que reduce el voltaje de los 138 kV., a 69 kV., el mismo que dispone de regulación automática bajo carga.

Mientras tanto que el nodo dos normalmente abastecen de energía únicamente al Cantón Salcedo y a la fábrica de cementos ROCACEM. La subestación Ambato se encuentra interconectada con la línea de transmisión Pisayambo – Totoras a 138 kV., del S.N.I y cuenta con un transformador de 33/44 MVA, el mismo que reduce el voltaje de 138 kV., a 69 kV. Este no dispone de regulación automática bajo carga

**FIGURA 1.6**  
**NODOS DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO**



**FUENTE: CONELEC**  
**ELABORADO: CONELEC**

#### ***1.4.7.3 Sistema de Sub-Transmisión de ELEPCO S.A.***

El sistema de sub-transmisión tiene varios niveles de voltaje que van desde los 13.8 kV hasta los 69 kV, con distancias relativamente cortas. Estos valores se indican en el cuadro No. 2.

**TABLA 1.2**  
**CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN ELEPCO S.A**

TRAMO	VOLTAJE (KV)	CONDUCTOR	TIPO	LONGITUD (Km)
S/E Ambato - S/E Salcedo	69	300 MCM	ACSR	28
S/E Salcedo – Der. San Juan	69	300 MCM	ACSR	5.79
Der. San Juan – S/E ROCACEM	69	300 MCM	ACSR	0.8
Der. San Juan – S/E San. Rafael	69	300 MCM	ACSR	1.21
S/E Sn Rafael – S/E El Calvario	13.8	3/0 AWG	ACSR	2
S/E Sn Rafael – S/E El Estado	13.8	3/0 AWG	ACSR	60
El Estado – Catzacón	13.8	3/0 AWG	ACSR	21.2
Illuchi 1 – S/E El Calvario	22	2 AWG	Cu	9
Illuchi 2 – S/E El Calvario	13.8	477 MCM	ACSR	7.65
S/E San. Rafael – Deriv Laygua	69	266.8 MCM	ACSR	9
Deriv. Laygua - S/E la Cocha	69	266.8 MCM	ACSR	6
Deriv. Laygua – S/E Mulaló	69	266.8 MCM	ACSR	9
S/E Mulaló – S/E Lasso	69	266.8 MCM	ACSR	6.5
S/E Lasso – S/E Sigchos	69	266.8 MCM	ACSR	33.6

**FUENTE: ELEPCO S.A.**

**ELABORADO: GRUPO INVESTIGADOR**

#### ***1.4.7.4 Descripción del Sistema de Distribución Primario de ELEPCOS.A.***

El sistema de distribución primario cuenta en la actualidad con dos niveles de voltaje 6.3. kV., y 13.8 kV siendo todos sus alimentadores de tipo radial. En la actualidad el sistema de 6.3. kV se tiene únicamente en la subestación El Calvario con su salida No. 1, el resto de alimentadores ya han sido cambiados a 13.8 kV, actualmente se está construyendo un alimentador para cambiar completamente el sistema de 6.3 kV., a 13.8 kV., con lo que desaparecería definitivamente éste nivel de voltaje.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las siete subestaciones de ELEPCO S.A.

### **Subestación Salcedo**

Esta subestación tiene una capacidad instalada de 10 MVA y presenta cuatro alimentadores a un nivel de voltaje de 13.8 kV.

- Alimentador Norte Oriente de Salcedo
- Alimentador Centro de Salcedo
- Alimentador Sur
- Alimentador Occidente de Salcedo

### **Subestación San Rafael**

Esta subestación tiene una capacidad instalada de 10/13 MVA. Tiene tres salidas con un nivel de voltaje de 13.8 kV.

- Alimentador # 0201 Brigada Patria – Once de Noviembre.
- Alimentador # 0202 Niágara – Pujilí.
- Interconexión con La Central el Estado.

### **Subestación el Calvario**

Esta subestación tiene una capacidad instalada de 3x1.75 MVA y 1x 4/5.2 MVA, tiene tres salidas con un nivel de voltaje de 13.8 kV. A excepción de la salida uno que tiene un nivel de voltaje de 6.3 kV.

- Alimentador Avenida Sur y Centro Sur 6.3 Kv
- Alimentador norte La Estación 13.8 Kv
- Alimentador # 0101 Oriental 13.8 Kv
- Alimentador # 0102 Industrial Sur 13.8 Kv
- Alimentador Central Illuchi Uno 2.4 Kv

- Alimentador de Llegada 22 Kv
- Alimentador # 0103 líneas subterráneas 13.8 Kv

### **Subestación La Cocha**

Esta subestación tiene una capacidad instalada de 10/12.5 MVA, tiene cinco salidas con un nivel de voltaje de 13.8 kV. A excepción de la salida dos que se encuentra desconectada en la actualidad.

- Alimentador # 0601 Yugsiloma-Colatoa
- Alimentador # 0602 Isimbo 2
- Alimentador de Interconexión con la S/E El Calvario a 13.8 Kv
- Alimentador # 0604 Base Aérea Cotopaxi

### **Subestación Mulaló**

Tiene una capacidad instalada de 10/12.5 MVA con cinco alimentadores de distribución a 13.8 kV. De los cuales el alimentador No. 3 no está habilitado.

- Alimentador # 0401 Industria Lasso-Mulaló
- Alimentador # 0402 Tanicuchí.
- Alimentador # 0403 Saquisilí – Guaytacama
- Alimentador # 0404 Oriente-Subestación Joseguango Bajo
- Alimentador # 0405 Fca. Aceropaxi.

### **Subestación Lasso**

Esta subestación tiene dos transformadores de 10/12.5 MVA (T1) y 20 MVA (T2), de los cuales se derivan tres salidas a 13.8 kV., de cada uno.

- Alimentador Transf. 10/12 MVA. # 0502, 5218-12 San Agustín de Callo.
- Alimentador Transf. 10/12 MVA. # 0504, 5218-14 Pastocalle-Toacazo
- Alimentador Transf. 10/12 MVA. # 0505, 5218-125 Textiles Rio Blanco
- Alimentador Transf. 20 MVA. # 0504\*, 5218-124 Norte – Centro Lasso
- Alimentador Transf. 20 MVA. # 0505, 52L8-L25 ACOSA
- Alimentador Transf. 20 MVA. # 0506, Familia SANCELA

### **Subestación Sigchos**

La subestación Sigchos es la más reciente incorporada al Sistema Eléctrico Cotopaxi, con una capacidad instalada de 5 MVA. Esta subestación posee un solo alimentador que abastece a todo el cantón Sigchos

## ***1.5 Criterios generales***

En el Ecuador la producción de energía tiene un alto costo de producción, debido a la presencia de un considerable número de empresas generadoras térmicas, que utilizan suministros de combustibles para la producción de energía, sin dejar de lado el concepto de costo marginal que se emplea en el pago de unidades generadoras.

Debido a estos factores de pago a los agentes del mercado eléctrico, las empresas de transporte y distribución, se ven en la obligación de promover y reducir los índices máximos de pérdidas, a fin de optimizar el uso de la generación de energía y mejorar su eficiencia técnica y económica.



El reglamento de tarifas de la ley de régimen del sector eléctrico en su artículo 12 dispone<sup>1</sup>: Las cantidades adicionales de potencia y energía que se requieren para entregar un kilovatio y un kilovatio hora al consumidor serán remunerados al transmisor o al distribuidor, según corresponda, mediante la determinación de las pérdidas técnicas y pérdidas no técnicas.

Las pérdidas técnicas se valorarán a través de las simulaciones de los sistemas de transmisión y distribución, a fin de precisar el porcentaje de ellas para cada nivel de servicio: transmisión, subtransmisión, media tensión y baja tensión. El cálculo se llevara a cabo para potencia y energía. El CONELEC, se encargará de elaborar normas y reglamentos con la reducción de pérdidas de las distribuidoras, definidas en la LRSE.

### ***1.5.1 Normas y Reglamentos relacionados con la reducción de pérdidas de las distribuidoras<sup>2</sup>.***

Las pérdidas no técnicas resultarán de la diferencia entre las pérdidas totales menos las pérdidas técnicas. Los límites admisibles para las pérdidas no técnicas en el cálculo de tarifas, serán fijados previo el correspondiente análisis técnico, y bajo su responsabilidad, por el CONELEC, entidad que considerará dentro del cálculo del Valor Agregado de Distribución, VAD, la incidencia de las inversiones e incrementos en costos que el distribuidor realizará para cada período anual en el cumplimiento del programa de reducción de pérdidas no técnicas.

---

<sup>4</sup> Ley del Régimen del sector Eléctrico, Codificación de Reglamentos y Tarifas Art. 12

<sup>2</sup> Ley del Régimen del sector Eléctrico, Regulación \_ CONELEC-003/99

## **CAPÍTULO II**

# **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A.**

### **2.1 Introducción**

Con el propósito de conocer la opinión de los jefes departamentales, empleados y usuarios de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A., se aplicó entrevistas y encuestas respectivamente, cada una enfocada al grado de conocimientos que ellos poseen teniendo como objetivos los siguientes:

- Conocer la información del proceso actual de seguimiento, control y evaluación de las Perdidas No Técnicas de energía.
- Conocer la opinión de los jefes departamentales y empleados de la empresa e identificar el grado de conocimiento que tienen respecto a las Perdidas Eléctricas.

- Demostrar que al implementar un Plan de Control y Perdidas No Técnicas de Energía genera beneficios para la comunidad cotopaxense.

## **2.2 Entrevistas a los jefes departamentales y empleados de ELEPCO S.A.**

Para realizar esta entrevista se redactaron las preguntas tratando de que el nivel técnico no fuera muy elevado con la finalidad de obtener información valiosa para el buen desarrollo del proyecto.

La entrevista está dirigida a los jefes departamentales y profesionales de ELEPCO S.A, con la información obtenida se podrá establecer si es factible implementar el control y reducción de pérdidas no técnicas de energía mediante el método balance de energía por transformador la misma que cuenta con la aplicación en 19 sectores de la provincia creando así sistemas de control de energía no facturada

El diseño de la entrevista a los jefes departamentales y empleados se muestra en el anexo 3. Los resultados obtenidos de las entrevistas se pueden apreciar resumidos en las siguientes tablas y gráficas.

En la tabla 2.1 se muestra los resultados de las entrevistas realizadas a:

- 1 Gerente
- 2 Supervisores
- 4 Empleados
- 2 Expertos, y

- 1 Asesor; los mismos que son empleados activos de la empresa.

**TABLA 2.1**  
**TABULACIÓN DE DATOS DE LA ENTREVISTA APLICADA A JEFES DEPARTAMENTALES Y PROFESIONALES DE ELEPCO S.A.**

OPCIÓN	FRECUENCIA		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	8	2	80%	20%
Pregunta 2	7	3	70%	30%
Pregunta 3	-	-	-	-
Pregunta 4	-	-	-	-
Pregunta 5	-	-	-	-
Pregunta 6	-	-	-	-
Pregunta 7	3	7	30%	70%
Pregunta 8	8	2	80%	20%
Pregunta 9	5	5	50%	50%
Pregunta 10	9	1	90%	10%

**FUENTE: JEFES DEPARTAMENTALES Y PROFESIONALES DE ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

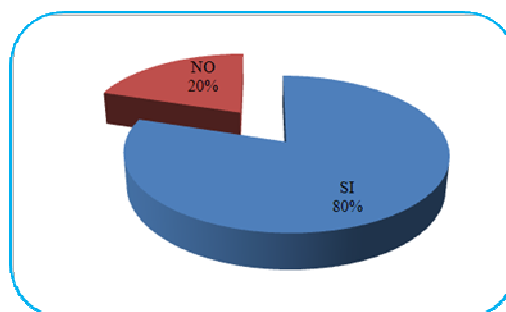
**PREGUNTA N° 1:** ¿Existen programas que se han implementado para disminuir las Pérdidas No Técnicas De Energía?

**TABLA 2.2**  
**PROGRAMAS IMPLEMENTADOS PARA DISMINUIR LAS PNT.**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si existen	8	80.00
2	No existen	2	20.00
TOTAL		10	100

**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGATIVO

**FIGURA 2.1**  
**PROGRAMAS IMPLEMENTADOS PARA DISMINUIR LAS PNT.**



**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGATIVO

Con respecto a la existencia de programas para la disminución de las pérdidas no técnicas los entrevistados manifestaron (SI) en un 80%, por que la empresa que es una de las mejores del país se va incrementando planes para el hurto de energía, pero que se tienen que renovar los métodos anteriores de control. Y en un 20% pudieron manifestar que (NO) se han implementado ningún tipo de programas para el control de las pérdidas no técnicas. Todos los entrevistados están de acuerdo en que se necesita un seguimiento detallista con un nuevo programa de control por cada transformador.

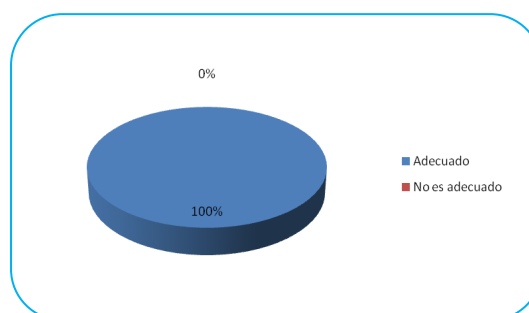
**PREGUNTA N° 2:** ¿Cree usted que el método Balance de energía por transformador para el control de energía es el adecuado?

**TABLA 2.3**  
**METODO APLICADO PARA EL CONTROL DE ENERGÍA**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Adecuado	10	100.00
2	No es adecuado	0	0.00
TOTAL		10	100

**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

**FIGURA 2.2**  
**METODO PLANTEADO PARA EL CONTROL DE ENERGÍA**



**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGATIVO

De los jefes departamentales y empleados de la Empresa Eléctrica Cotopaxi entrevistados el 100% manifiestan que el método planteado es adecuado para el control de pérdidas de energía. La totalidad de entrevistados mencionan que el método es adecuado para el control de perdidas técnicas y no técnicas de energía ya que mediante un balance mensual de cada transformador de distribución secundario se podrá cuantificar el valor exacto de las perdidas, que a la vez servirán para tomar acciones precisas y seguras.

**PREGUNTA N° 3:** ¿Qué cantidad de energía se pierde en ELEPCO S.A.?

**ANÁLISIS:**

De los jefes departamentales y los empleados de ELEPCO S.A. entrevistados se ha llegado a obtener un dato técnico específico que la cantidad de energía perdida en el primer trimestre del año 2009 es de 7'519.555 Kwh la que representa el 12.44% de energía no facturada en ELEPCO .S.A.

**INTERPRETACIÓN:**

La mayoría de los entrevistados mencionan que se pierde la energía entre un 10% y 13% debido a una falta de control lo que perjudica notablemente a la economía de la empresa.

**PREGUNTA N° 4.** ¿Cuáles cree Ud. que son las causas principales para el aumento de las Pérdidas No Técnicas De Energía?

**ANÁLISIS:**

Con respecto a la pregunta nos supieron manifestar que las posibles causas de las pérdidas no técnicas son:

- No definir políticas, normas y leyes que sancionen el hurto de energía.
- Falta de campaña publicitaria de lo que puede ocurrir si inciden al delito
- No existen nuevas metodologías para monitorear el robo de energía.
- Por falta de control de las personas que laboran en la empresa.
- Falta de control en los sectores rurales.
- Falta de una comunicación y educación de la empresa para con la sociedad
- Falta de conciencia social
- Estatus de vida pobre en el país.

**INTERPRETACIÓN:**

La mayoría de los entrevistados comentan que las causas principales para el aumento de las Pérdidas No Técnicas De Energía se deben a la falta de mejoramiento y actualización del método de control ya que con el incremento de la sociedad surgen nuevos procedimientos y técnicas de hurto de energía.



**PREGUNTA N° 5:** ¿Cómo afecta a ELEPCO S.A. las Pérdidas No Técnicas De Energía?

**ANÁLISIS:**

De los profesionales entrevistados se obtuvo las siguientes conclusiones:

Que en el primer trimestre del 2009 las perdidas no técnicas fueron de 1`523.335 Kwh lo que representa un equivalente de 134.891,31 dólares americanos en la provincia afectando de una forma económica y financiera a ELEPCO .S.A.

De idéntica manera causa severos daños en las redes eléctricas.

**INTERPRETACIÓN:**

La mayoría de consultados manifiestan que existen grandes pérdidas económicas al no existir un debido control del hurto de energía.

**PREGUNTA N° 6:** ¿Por qué motivos los clientes son refacturados?

**ANÁLISIS:**

De los técnicos averiguados nos manifestaron que los principales motivos por los que son refacturados los usuarios son:

- Por hurto de energía.
- Por lecturas mal tomadas.
- Manipulación de los equipos de medición.
- Medidores dañados y que no registran consumo.
- Por conexiones directas
- Incumplimientos del contrato de concesión

**INTERPRETACIÓN:**

La gran mayoría manifestaron que los motivos de refacturación son por infracciones cometidas por los usuarios.

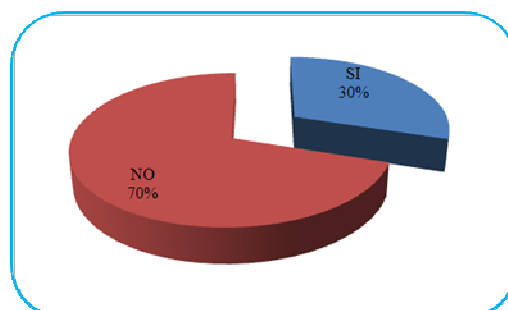
**PREGUNTA N° 7:** ¿Existen encubrimientos de acciones ilícitas por parte de los propios integrantes de la empresa ya sea por beneficio propio o de terceros perjudicando la economía de la empresa?

**TABLA 2.4**  
**ENCUBRIMIENTO DE ACCIONES ILICITAS.**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si existe	3	30.00
2	No existe	7	70.00
TOTAL		10	100

**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

**FIGURA 2.3**  
**ENCUBRIMIENTO DE ACCIONES ILICITAS.**



**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

Con respecto a la opinión de los entrevistados manifestaron que en un 30% (SI) existen encubrimientos de acciones ilícitas y en un 70% (NO). La mayoría de entrevistados opinan que se ha reducido los casos de encubrimientos por acciones ilícitas entre trabajadores y usuarios de la empresa debido al temor de ser despedidos por este tipo de problemas que generalmente surgían con elementos de compañías tercerizadas

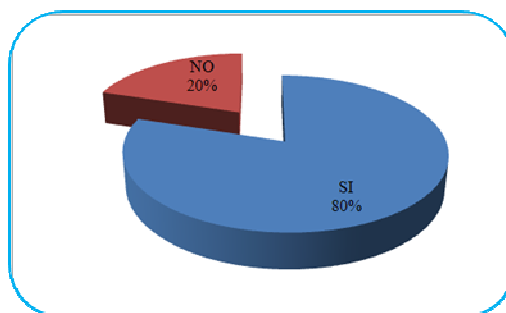
**PREGUNTA N° 8:** ¿Se ha encontrado con medidores defectuosos y que no han sido reemplazados por falta de material en la empresa o que se mantengan conectados directamente más de 1 mes?

**TABLA 2.5**  
**MEDIDORES DEFECTUOSOS NO REEMPLAZADOS POR FALTA DE MATERIAL**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si tiene conocimiento	8	80.00
2	No tiene conocimiento	2	20.00
TOTAL		10	100

**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADO

**FIGURA 2.4**  
**MEDIDORES DEFECTUOSOS NO REEMPLAZADOS POR FALTA DE MATERIAL**



**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

Con relación a los entrevistados manifestaron que en un 80% (SI) se han encontrado con medidores defectuosos y que no han sido reemplazados por falta de material en la empresa y en un 20% (NO) tienen ese tipo de problema. La gran mayoría de entrevistados opinan que los procesos de compra tardan mucho tiempo y no existen medidores en stock en la bodega.

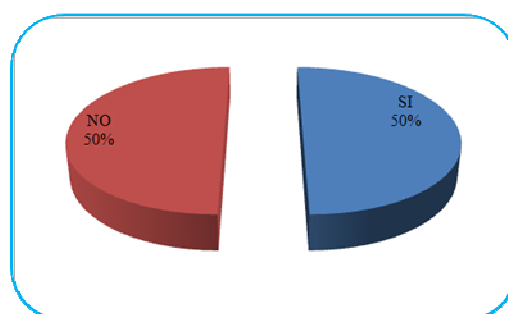
**PREGUNTA N° 9:** ¿Existe un adecuado control de las luminarias por parte del personal de ELEPCO?

**TABLA 2.6**  
**CONTROL DE LUMINARIAS**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si existe	5	50.00
2	No existe	5	50.00
TOTAL		10	100

**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

**FIGURA 2.5**  
**CONTROL DE LUMINARIAS**



**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

Referente al control de las luminarias el 50% de entrevistados opinan que (SI) existe un respectivo control mientras que el otro 50% de entrevistados consideran que (NO) existe un control adecuado. Los entrevistados dan a conocer que existen luminarias encendidas las 24 horas del día lo cual ocasiona pérdidas no técnicas de energía esto sucede por la falta de control técnico del personal de la empresa.

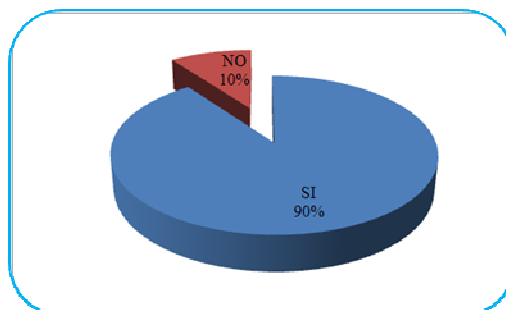
**PREGUNTA N° 10:** ¿Se ha encontrado con usuarios que no están incluidos en el sistema de la empresa?

**TABLA 2.7**  
**USUARIOS QUE NO ESTAN INCLUIDOS EN EL SISTEMA**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si se ha encontrado	9	90.00
2	No se ha encontrado	1	10.00
TOTAL		10	100

**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

**FIGURA 2.6**  
**USUARIOS QUE NO ESTAN INCLUIDOS EN EL SISTEMA**



**FUENTE:** GERENTE, SUPERVISORES, EXPERTOS, ASESOR, EMPLEADOS DE LA EMPRESA.  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

Con relación a los entrevistados manifestaron que en un 80% (SI) se han encontrado con usuarios que no están en el sistema y en un 20% (NO) tienen ese tipo de problema. La gran mayoría de entrevistados opinan que no existe una debida actualización de datos con respecto a los usuarios en el sistema

## **2.3. Análisis de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de ELEPCO S.A.**

La presente encuesta estuvo dirigida a los usuarios de ELEPCO S.A con la finalidad de establecer un plan de reducción de pérdidas no técnicas de energía en el área de concesión y hacer prevalecer el lema de la querida universidad “La vinculación de la universidad con el pueblo”.

Los datos obtenidos permitirán al grupo investigador considerar si es factible desarrollar la implementación de un plan de control de reducción de pérdidas no técnicas. El modelo de la encuesta aplicada está disponible en el anexo 4 la misma que consta de siete preguntas y son de tipo cerradas.

### ***2.3.1 Selección de la muestra***

Para determinar las pérdidas no técnicas de energía en circuitos secundarios es conveniente realizar un muestreo que permita estimar con una base suficiente el nivel de las mismas. Para establecer esta muestra se debe considerar lo siguiente:

- El grado de error de muestreo ( $e$ ) debe ser inferior al 10%
- El nivel o grado de confianza ( $1-\alpha$ ) debe ser mayor al 90%
- La probabilidad de ocurrencia ( $0 < p < 1$ ) será escogida tal que represente la proporción real que deseamos estimar a partir de una muestra; y,
- La probabilidad de no ocurrencia ( $q$ ) dependerá de la probabilidad de ocurrencia ( $p$ ) y está determinada por  $q=1-p$

Para delimitar el tamaño de la muestra se ha utilizado la siguiente ecuación de mercado:

$$n = \frac{Z_{(1-\alpha/2)}^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{(1-\alpha/2)}^2 * p * q}$$

Donde:

$Z_{(1-\alpha/2)}$ : 1.96 para un grado de confianza  $(1-\alpha)$  del 95%, obtenido de la curva de distribución normal.

p: Probabilidad de ocurrencia (50%)

q: Probabilidad de no ocurrencia (50%)

e: Error aceptable

N: Tamaño del universo: y,

n: Tamaño de la muestra.

El número de clientes regulados a junio del 2008 de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi fue de 91752 usuarios de los cuales 82738 son abonados residenciales, 5137 comerciales y 3877 industriales. Como el universo de usuarios masivos es de 91752, se ha tomado una muestra del 0.65% que corresponde a 597 usuarios y al aplicar la ecuación de mercado se obtiene un error del 3.9 %, lo cual se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA 2.8**  
**USUARIOS DE MUESTRA**

<b>UNIVERSO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>% ERROR</b>
91752	597	3.9%

**FUENTE: ELEPCO S.A.**  
**ELABORADO POR: GRUPO INESTIGADOR**



Los 597 usuarios de muestra representan 19 circuitos secundarios, los cuales fueron establecidos de acuerdo al historial de consumo, pérdidas y observaciones realizadas por los lectores.

### ***2.3.2. Encuesta realizada a los usuarios de ELEPCO S.A.***

A continuación se muestra los datos de la encuesta realizada a 19 sectores con un total de 612 usuarios.

**TABLA 2.9**  
**TABULACIÓN DE LOS DATOS DE LA ENCUESTA APLICADA A 612 USUARIOS DE ELEPCO S.A**

<i>OPCIÓN</i>	<i>FRECUENCIA</i>		<i>%</i>	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	109	503	17.8%	82.2%
Pregunta 2	357	255	58.3%	41.7%
Pregunta 3	-	-	-	-
Pregunta 4	230	382	37.5%	62.5%
Pregunta 5	273	339	44.6%	55.4%
Pregunta 6	-	-	-	-
Pregunta 7	-	-	-	-

**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

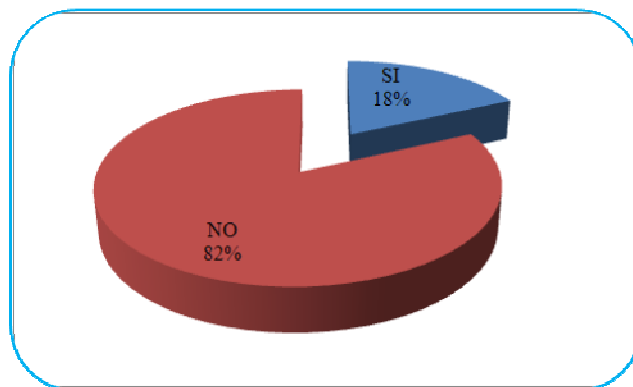
**PREGUNTA N° 1:** ¿Conoce Ud. Que son las Pérdidas No Técnicas de Energía?

**TABLA 2.10**  
**CONOCIMIENTO DE LAS PÉRDIDAS NO TECNICAS DE ENERGÍA**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si conoce	109	18.00
2	No conoce	503	82.00
TOTAL		612	100

**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**FIGURA 2.7**  
**CONOCIMIENTO DE LAS PÉRDIDAS NO TECNICAS DE ENERGÍA**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Con respecto a si conoce usted acerca de las pérdidas no técnicas de energía se puede constatar que (SI) en un 18 % y en un 82% contesto que (NO). La gran mayoría de los usuarios de ELEPCO S.A., manifestaron que desconocen en su totalidad acerca de las pérdidas no técnicas.

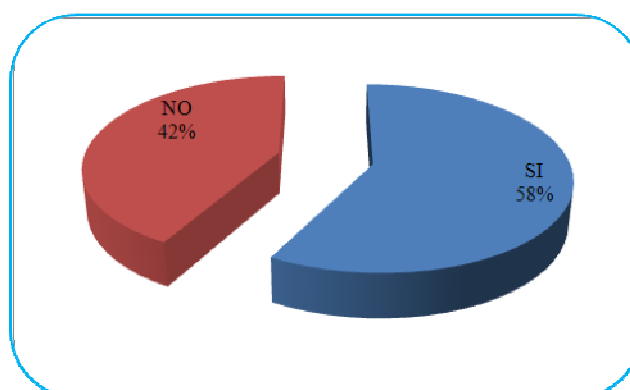
**PREGUNTA N° 2: ¿Cree que en su sector existe robo de energía?**

**TABLA 2.11**  
**EXISTENCIA DE ROBO DE ENERGÍA**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si existe	357	58.00
2	No existe	255	42.00
TOTAL		612	100

**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**FIGURA 2.8**  
**EXISTENCIA DE ROBO DE ENERGÍA**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

De 168 usuarios encuestados el 58% opinan que (SI) existe robo de energía, mientras que el 42% de encuestados dan a conocer que (NO) existe algún tipo de hurto de energía eléctrica. Cabe destacar que la mayoría de encuestados dan a conocer que si existe robo de energía pero no lo denuncian por falta de interés y temor a represalias.

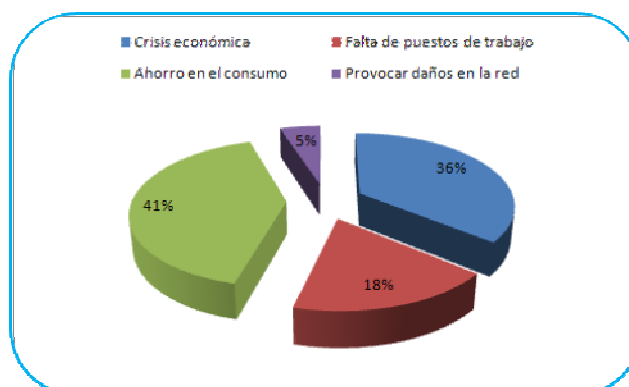
**PREGUNTA N° 3:** ¿Por qué cree Ud. que las personas roban energía eléctrica?

**TABLA 2.12**  
**CAUSAS DEL ROBO DE ENERGÍA**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Crisis económica	220	36.00
2	Falta de trabajo	110	18.00
3	Ahorro en el consumo	251	41.00
4	Daños en la red eléctrica	31	5.00
TOTAL		612	100

**FUENTE:** USUARIOS DE ELEPCO S.A  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

**FIGURA 2.9**  
**CAUSAS DEL ROBO DE ENERGÍA**



**FUENTE:** USUARIOS DE ELEPCO S.A  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

De los encuestados el 36% opina que las personas roban energía por la crisis económica, el 18% consideran que existe robo de energía por falta de puestos de trabajo, en un 41% de los encuestados juzgan que lo realizan por ahorro de consumo y en un 5% lo realizan por provocar daños a las redes eléctricas. En conjunto los encuestados dan a conocer que las personas roban energía eléctrica por obtener facturas económicas.

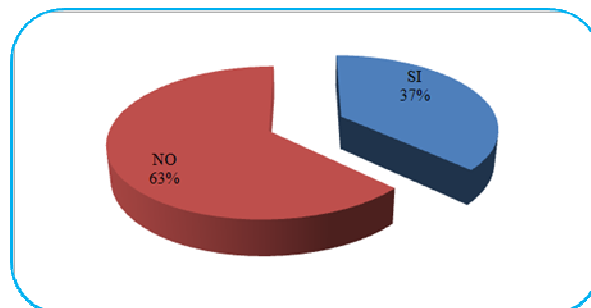
**PREGUNTA N° 4:** ¿Conoce Ud. cuál es la penalización por hurto de energía?

**TABLA 2.13**  
**PENALIZACIÓN POR HURTO DE ENERGÍA**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si conoce	230	37.00
2	No conoce	382	63.00
TOTAL		612	100

**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**FIGURA 2.10**  
**PENALIZACIÓN POR HURTO DE ENERGÍA**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Referente a que los usuarios conocen las penalizaciones por el hurto de energía el 37% de entrevistados opinan que (SI) conocen mientras que el 63% de encuestados desconocen de las penalizaciones por el hurto de energía. Los encuestados dan a conocer que en su gran mayoría desconocen las penalizaciones por el hurto de energía eléctrica.

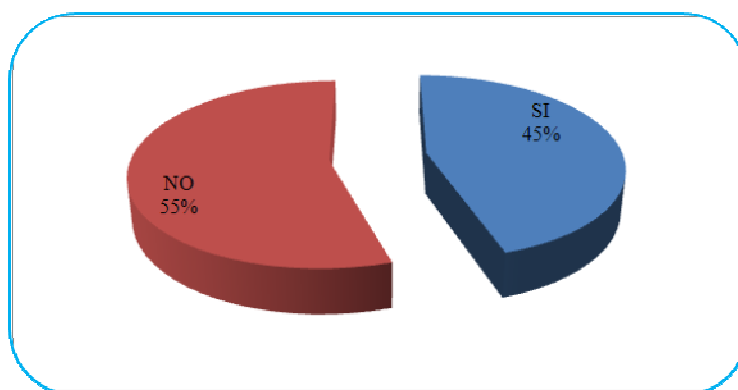
**PREGUNTA N° 5:** ¿Esta Ud. al tanto de cuáles son los peligros de la electricidad?

**TABLA 2.14**  
**CONOCIMIENTO DE LOS PELIGROS DE LA ELECTRICIDAD**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Si conoce	273	45.00
2	No conoce	339	55.00
TOTAL		612	100

**FUENTE:** USUARIOS DE ELEPCO S.A  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

**FIGURA 2.11**  
**CONOCIMIENTO DE LOS PELIGROS DE LA ELECTRICIDAD**



**FUENTE:** USUARIOS DE ELEPCO S.A  
**ELABORADO POR:** GRUPO INVESTIGADOR

Con respecto a la opinión de los encuestados manifestaron que en un 45% (SI) conocen cuales son los peligros de la electricidad y el 55% (NO) conocen los peligros que conlleva el manejo inadecuado de la electricidad.

La mayoría de encuestados opinan que no están al tanto de los peligros que pueden sufrir por entrar en contacto con la electricidad.

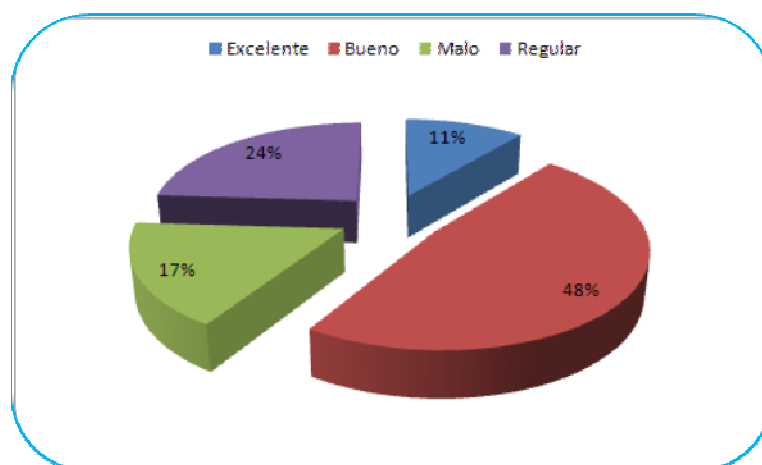
**PREGUNTA N° 6: ¿Cómo califica el servicio de ELEPCO S.A.?**

**TABLA 2.15**  
**SERVICIO DE ELEPCO S.A.**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Excelente	67	11.00
2	Bueno	294	48.00
3	Malo	104	17.00
4	Regular	147	24.00
TOTAL		612	100

**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**FIGURA 2.12**  
**SERVICIO DE ELEPCO S.A.**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Referente ha como califica al servicio de ELEPCO S.A., el 11% de los usuarios califican a la empresa de un excelente servicio hacia la comunidad, el 48% califican de un buen servicio, mientras el 17% califican a la empresa con un servicio malo y el otro 24% califica a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi de un servicio regular. La mayoría de los encuestados califican al servicio de ELEPCO S.A., como buena.

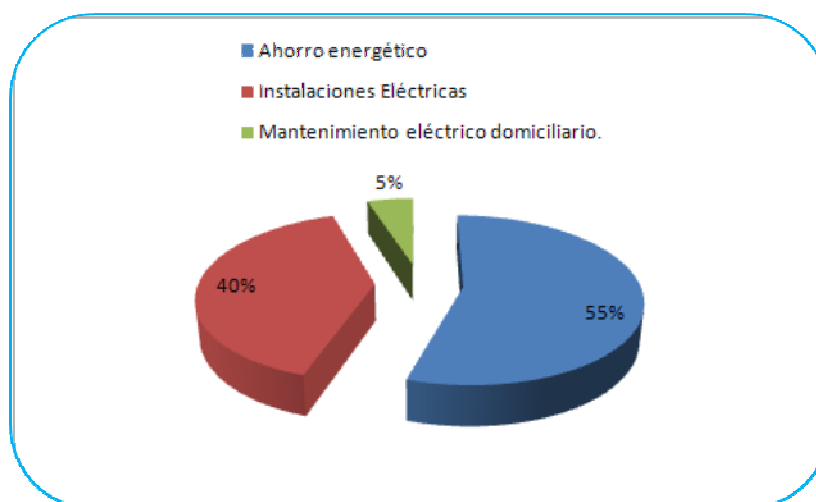
**PREGUNTA N° 7:** ¿En qué aspectos desearía que ELEPCO S.A. y la UTC le asesore?

**TABLA 2.16**  
**ASESORAMIENTO A LA COMUNIDAD**

<i>CODIGO</i>	<i>ALTERNATIVA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>(%)</i>
1	Ahorro energético	337	55.00
2	Instalaciones Eléctricas	245	40.00
3	Mantenimiento eléctrico domiciliario.	30	5.00
TOTAL		612	100

**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**FIGURA 2.13**  
**ASESORAMIENTO A LA COMUNIDAD**



**FUENTE: USUARIOS DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Concerniente a los aspectos de asesoría entre ELEPCO S.A. y la UTC los encuestados manifiestan que el 55% se les ayude en el ahorro de energía, el 40% indicación en instalaciones eléctricas y el otro 5% asesorías en el mantenimiento eléctrico. En su gran mayoría los encuestados manifiestan que se les de asesoría sobre el ahorro de energía eléctrica.



## **2.4. Verificación de la hipótesis**

### ***2.4.1 Enunciado de hipótesis:***

“El control y la reducción de pérdidas no técnicas de energía en la empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A., permitirá optimizar la eficiencia energética e incrementar los recursos económicos, accediendo así a un mejor servicio al cliente, inversión futura y disminución en el costo de las tarifas”

### ***2.4.2 Verificación:***

Esta hipótesis es cierta porque basados en experiencias nacionales y extranjeras podemos decir con seguridad que las empresas distribuidoras se han visto compensadas por la lucha y el esfuerzo en contra de las pérdidas no técnicas de energía. Para respaldar el argumento expuesto, a continuación presentamos algunas prácticas realizadas en diferentes empresas de distribución.

Ante el incremento de las pérdidas no técnicas (PNT) en el año 2004, C.A. Electricidad de Valencia (Eleva, Venezuela) replanteó sus estrategias de control y reducción de las PNT, desarrollando un plan estratégico que, entre sus objetivos fundamentales dio lugar al ***Proyecto de Control de las Pérdidas No Técnicas a través de Medidores Totalizadores***, basado en el desarrollo de software, sistemas e instalación de medidores que totalizan la carga de los grupos de transformadores, como herramientas que soportan la metodología aplicada.

Se presenta la experiencia lograda por Elevel con la implantación del proyecto y sus resultados más importantes, que condujeron a la reducción de las pérdidas totales de la empresa en 8 puntos porcentuales en el lapso de dos años.

El proyecto se inició en enero de 2004 y en marzo de 2006, Elevel ha instalado 3.513 totalizadores, logrando mantener bajo el control de pérdidas al 88% de sus clientes (105.000 usuarios). Con estas herramientas la empresa redujo su indicador de PNT en 8 puntos porcentuales durante el período 2004 (25% en Dic. 2003 a 17% en Mar. 2006). Igualmente, se consolidó el manejo adecuado y oportuno sobre la efectividad de las revisiones, detecciones de fraudes y la reincidencia.

Otro ejemplo claro es el incremento sistemático de las pérdidas totales de la ANDE (Paraguay), que en el año 2006 llegaron a 33,5 %, lo cual se convirtió en uno de los problemas más graves de la institución. Ante esta situación, la Agencia Regional Alto Paraná planteó una estrategia que ***pueda identificar y controlar las pérdidas comerciales a través de medidores totalizadores***, en el sistema de distribución de 23 kV, incluyendo las de Baja Tensión 380/220 V, con la misma estructura y recursos disponibles en la Agencia.

El propósito de este artículo es divulgar la experiencia lograda por la Agencia Regional Alto Paraná, con la implementación del proyecto basado en los medidores totalizadores y sus resultados más importantes, que llevaron a una reducción de 15,7% en las pérdidas totales de las tres localidades en estudio en el lapso de un año, describiendo asimismo, las etapas y metodología utilizada para el desarrollo del programa.

La metodología utilizada para el cálculo de las pérdidas totales, es la de Balance Energético, es decir, la diferencia entre la sumatoria de los consumos de energía activa (Kwh) registradas en todos los medidores de los clientes y la energía activa registrada por el medidor totalizador.

Además, de la reducción del 15,7 % en las pérdidas totales (30,27 % en el año 2006 y 14,57 % en el año 2007), en el mismo periodo; se registró un aumento de facturación total de 238 % (en guaraníes). Otro punto importante para el ingreso económico de la ANDE, constituye la actualización de las cargas, ya que en las tres localidades en estudio, se detectó que sólo el 62 % de las cargas instaladas se registraba en el sistema informático de la institución.

En el XXIV Seminario Nacional del Sector Eléctrico realizado en la Provincia de Santo Domingo en Ecuador, la CNEL Guayas-Los Ríos presento su trabajo titulado: ***Instalación de medidores totalizadores y desarrollo de la aplicación informática para administrar los datos dentro del sistema comercial de CNEL Guayas – Los Ríos;*** este proyecto tiene la finalidad de realizar el seguimiento automático de los Medidores Totalizadores instalados en los puntos de entrega de energía en varias urbanizaciones y centros comerciales, con el objeto de llevar un control del consumo que se está dejando de facturar para una vez focalizado el punto de pérdida de energía direccionar un proyecto adecuado de recuperación según el tipo de clientes ubicados en el sector.

La CNEL Guayas-Los Ríos cuenta a Mayo de 2009 con 228.197 clientes, siendo el 93.4% de ellos de tarifa Residencial y el 5.2% de tarifa Comercial, por lo que uno de los objetivos de la Superintendencia de Control de Pérdidas de Energía es identificar los focos de fuga de energía en el área de Concesión de la Empresa, estableciendo procedimientos para cada uno de los diversos tipos de clientes.

El presente trabajo fue enfocado al Control de los clientes masivos de alto consumo de la parroquia urbana La Puntilla en el cantón Samborondón y las urbanizaciones asentadas a lo largo de la vía Perimetral en el cantón Daule, donde existen primordialmente clientes de tarifas residencial y comercial; sin embargo este mismo procedimiento piensan ampliarlo al control de la clientela masiva urbana a través de la administración de los datos procedentes de Medidores Totalizadores a instalarse en transformadores de distribución.

Por último, para verificar esta hipótesis se realizó una pregunta a los jefes departamentales y empleados de ELEPCO en base al método planteado en este trabajo los cuales en su totalidad manifestaron estar de acuerdo con la implementación del mismo; ya que ocasiona beneficios económicos a la empresa, un mejor servicio al cliente y mejoras en su infraestructura eléctrica. .

Por ende por los resultados obtenidos y las experiencias realizadas, podemos manifestar: “El control y reducción de pérdidas no técnicas de energía mediante el método balance de energía por transformador, permitirá optimizar la eficiencia energética e incrementar los recursos económicos, accediendo así a un mejor servicio al cliente, inversión futura y disminución en el costo de las tarifas.”

## **2.5 Estado actual de las redes de distribución secundaria de ELEPCO S.A.**

### ***2.5.1 Cables de distribución secundaria***

Las líneas aéreas de distribución secundaria existentes en nuestro país, por lo general son de tipo abierto, es decir que los conductores desnudos (normalmente de aluminio) son tendidos en forma vertical - paralela sobre bastidores o “racks” que son instalados en postes sean estos metálicos, de hormigón o de madera. De igual manera las redes secundarias de ELEPCO S.A., en su mayoría son de este tipo.

**FIGURA 2.14**

**CABLES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA SUMAMENTE VULNERABLES.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A  
ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

La accesibilidad a las redes desnudas hace más fácil el robo para los ilegales ya que no necesitan más que una vara y un cable con un gancho conectado en un extremo el cual simplemente se engancha desde el suelo.

Algunos proveedores han ofrecido medidores de prepago lo cual no es solución a este problema ya que la red de distribución, aun la acometida siguen vulnerables. Los medidores prepago se aplican donde no existe problema de ilegales y el problema es de morosidad.

### ***2.5.2. Acometidas***

Son las encargadas de transportar la energía de las redes de distribución secundaria a los contadores de energía de cada abonado. El cable que se utiliza es el de TIPO MULTIPLEX estos son conductores multipolares de aluminio (DUPLEX, TRIPLEX o CUÁDRUPLEX) soportados por un neutro mensajero que puede ser un conductor A.A.C. (aluminio puro 1350), A.C.S.R. (aluminio reforzado con acero) o A.A.A.C. (aleación de aluminio 6201-T81).

Estos cables son contruidos con uno, dos o tres conductores de aluminio aislados con Polietileno Carbón Black PE-CB (con temperatura de operación de 75°C) o con Polietileno reticulado XLPE (con temperatura de operación de 90°C) trenzados entre sí y alrededor del neutro mensajero.

El diseño de estos cables cumple con los requerimientos del NEC (National Electrical Code) y de las normas internacionales de fabricación IPCEA ó NEMA, en consecuencia estos conductores con neutro desnudo pueden ser usados en circuitos en los que el potencial a tierra NO EXCEDA los 300 V., y la tensión entre líneas máxima sea 600 V.

Pero con el pasar del tiempo y el ingenio de los usuarios irresponsables estos cables han sido fácilmente susceptibles a ser violentados y en consecuencia de que a través de ellos se produzcan pérdidas “negras” para la empresa.

**FIGURA 2.15**  
**EJEMPLO DE UNA ACOMETIDA VULNERADA.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

### ***2.5.3. Inspección de medidores: Sellos de seguridad.***

Los precintos y sellos son dispositivos de cierre que evidencian cualquier intento de manipulación o violación tanto de la carcasa como de la tapa bornera del medidor. Un precinto es un dispositivo físico (generalmente numerado) que se coloca sobre mecanismos de cierre para atestiguar sobre accionamientos (aperturas) no autorizados de los mismos. Una vez colocados no pueden ser removidos sin provocar su destrucción.

Al proceder a la inspección de medidores se prestará especial atención al control de precintos y sellos de seguridad ya que la falta o manipulación de alguno de ellos es motivo suficiente como para sospechar de algún ilícito.

**FIGURA 2.16**  
**SELLOS DE SEGURIDAD COLOCADOS EN EL CONTADOR DE ENERGÍA.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Recordamos que no es posible proceder a la manipulación de los componentes internos y conexiones en medidores sin violar precintos, sellos o vulnerar alguna de las tapas. Por ende se verificará el estado y codificación de todos los precintos asociados a la instalación.

#### ***2.5.4. Toma de lecturas.***

Otro problema que se ha podido evidenciar en las inspecciones es el error en la toma de lecturas debido a que la mayoría de contadores se encuentran en la parte interna del domicilio provocando que el lector no registre el consumo o en el peor de los casos lo haga de forma errónea, además pierde tiempo valioso para cumplir la ruta establecida.



Este inconveniente ocasiona que no se le cobre el consumo real del usuario o se tenga que hacer un consumo promedio para el cobro del mes de facturación. Existen situaciones que por este motivo pasan varios meses sin lograr establecer la lectura del contador y solo se le cobra el consumo promedio.

### ***2.5.5. Alumbrado público***

En las inspecciones a cada uno de los sectores de muestra se pudo constatar que existen luminarias encendidas en horas del día debido a daños en los elementos de control (fotocélulas), provocando que esa energía se pierda sin sacarle ningún provecho.

Esto se debe principalmente a la falta de interés de la gente ya que ni los empleados de la empresa como los residentes del sector son capaces de acercarse a denunciar tal desperfecto.

**FIGURA 2.17**  
**LUMINARIA ENCENDIDA EN HORAS DEL DÍA.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

## **2.6 Diagnostico del incremento de pérdidas no técnicas.**

El incremento de las pérdidas obedece a los siguientes factores:

- Debido al programa de reducción de cartera vencida impulsada por el Gobierno Nacional con el objeto de sobrellevar la crisis energética del país se realizaron cortes en las zonas rurales quienes en vez de cancelar optaron por engancharse y peor aun quienes estando al día por evadir el pago real también optaron por esta medida.
- Por la directriz implantada por el organismo de control como es el CONELEC de recuperar por acumulación tan solo 12 meses y el resto asumir como pérdida.
- La inexistencia en el stock de bodega de los materiales para atender los nuevos servicios, esto origina que gran parte de las nuevas solicitudes estén optando por engancharse es decir proveyéndose del servicio eléctrico en forma clandestina.
- La dotación no oportuna de materiales, personal y herramientas de trabajo para atender en forma prioritaria la detección y rectificación de contraventores.
- El aumento de los usuarios es del tipo rural de sectores extremadamente distante y de escasa cultura de pago ya que aun en estos sectores se piensa que el estado es proveedor de la energía y que por lo tanto él debe asumir sus costos en beneficio de la sociedad pobre.

## **CAPÍTULO III**

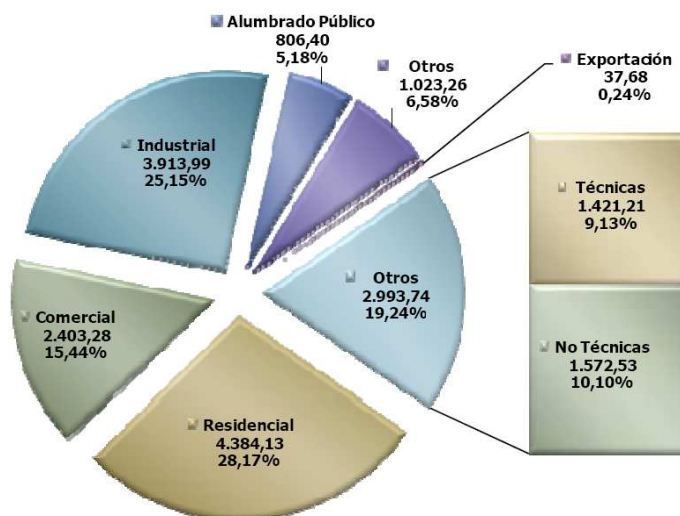
### **“CONTROL Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS DE ENERGÍA MEDIANTE EL MÉTODO BALANCE DE ENERGÍA POR TRANSFORMADOR EN 19 SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI DESIGNADOS POR ELEPCO S.A.”**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Los índices de pérdidas negras o no técnicas de energía eléctrica son un tema preocupante en América Latina, es así; que se ha convertido en un punto de especial atención a nivel del sector eléctrico pues sabemos que estos índices están relacionados con la viabilidad financiera de las empresas distribuidoras de energía.

En Ecuador según el balance anual 2008 realizado por el CONELEC<sup>3</sup> (Consejo Nacional de Electricidad) hubo un total de 2994 GWh de perdidas en los Sistemas de Distribución los cuales representan el 19,62% de la energía generada; divididas en 9,13% de Técnicas y 10,10% de no Técnicas. En la fig. 3.1, podemos ver una representación grafica del consumo y pérdidas de energía.

**FIGURA 3.1**  
**CONSUMO DE ENERGÍA PARA SERVICIO PÚBLICO Y PÉRDIDAS (GWH)**



**FUENTE: CONELEC**  
**ELABORADO POR: CONELEC**

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A. es una de las empresas que controla las pérdidas de energía pero en los últimos años estos índices se han incrementado obligando a tomar acciones precisas y confiables con la finalidad de frenar y prevenir estos incrementos.

El presente proyecto realiza acciones para dar soluciones concretas que permitan reducir las pérdidas de energía en especial las no técnicas debido a que no necesitan mayor inversión, es evidente que desde hace varios años ELEPCO S.A. ha venido luchando contra este problema originado por varias razones (líneas sobrecargadas, transformadores con altas pérdidas, energía consumida sin cobro alguno, etc.) las cuales dejan una gran pérdida anual.

---

<sup>3</sup>ESTADÍSTICA DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO AÑO 2008 [www.conelec.gov.ec](http://www.conelec.gov.ec).

Tomando en cuenta que en los países industrializados las pérdidas no técnicas son casi nulas y las pérdidas técnicas alcanzan un bajo porcentaje, es preciso establecer un programa de pérdidas comprendiendo dos procesos:

**La reducción:** Programa temporal en el cual se trata de eliminar las pérdidas no técnicas y reducir las técnicas, manteniendo la generación de los índices sectorizados de pérdidas en cada uno de los subsistemas y componentes del mismo, con sus diferentes causas.

**El Control:** Dado que un programa exitoso de reducción de pérdidas debe terminar cuando ha logrado su objetivo, es preciso mantener los logros con acciones que deben ser desarrolladas por los departamentos permanentes de la empresa.

Las pérdidas totales se calculan del balance de energía del sistema. La precisión y exactitud en el balance de la energía y valor de las pérdidas depende de la fidelidad de las mediciones y las lecturas, para lo cual a fin de establecer estas condiciones se efectuarán balances mensuales

Las acciones están centradas en circuitos que fueron seleccionados por ser de alta prioridad y las soluciones que el proyecto aporta, no solo ayudará a reducir las pérdidas no técnicas en los circuitos de muestra, sino que permitirá a la empresa reducir a corto y mediano plazo las pérdidas eléctricas en otros circuitos de distribución haciendo uso del equipo y conocimiento que se ha puesto a su disposición.

## **3.2 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, las empresas dedicadas a la venta de energía eléctrica deben luchar para ser altamente competitivas y eficientes tanto en el área técnica como administrativa. El mercado energético exige que las empresas brinden un servicio de calidad y realmente confiable con mínimos costos y pérdidas, para tener una rentabilidad que le permita obtener su crecimiento de una forma sostenible y planificada.

En nuestro país, debido a la idiosincrasia de las personas se deben elaborar los controles necesarios para poder detectar, castigar y corregir el robo indiscriminado de energía, el cual ha llevado al colapso financiero de la mayoría de las empresas eléctricas. Con el impulso de este plan se espera lograr la reducción drástica del índice de pérdidas en un porcentaje aceptable.

Entender que el porcentaje de pérdidas es un síntoma de la situación de la empresa permite afrontar con mentalidad abierta la búsqueda de las verdaderas causas que las origina y su solución. Un bajo nivel de pérdidas es el elemento esencial para alcanzar buenos resultados respecto a los objetivos de atención al consumidor, desempeño económico financiero y eficiencia operacional.

Al contrario de las pérdidas técnicas, las pérdidas no técnicas son evitables y se pueden realizar reducciones apreciables en esta área realizando las inversiones necesarias de capital. La reducción de pérdidas es fundamentalmente materia de una buena administración. Con esta visión, la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A. ha puesto a disposición recursos financieros y humanos para obtener la eficacia y eficiencia sobre todo en el área de la distribución de la energía.

### **3.3 OBJETIVOS**

#### ***3.3.1. Objetivo General***

- Controlar y reducir las pérdidas no técnicas de energía en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.

#### ***3.3.2. Objetivos Específicos***

- Localizar las pérdidas no técnicas en pequeños grupos de usuarios servidos desde el mismo transformador (balance energético) y proveer un mecanismo de control de las pérdidas.
- Lograr una correcta medición de la energía vendida a clientes finales.
- Prevenir la sustracción de energía.
- Hacer conciencia en el personal que el trabajo colectivo es el único medio para un control efectivo de las pérdidas no técnicas de energía.
- Lograr un aprovisionamiento de recursos justo a tiempo.
- Ejecutar acciones legales para aplicación de penalidades a infractores.

### **3.4 ESQUEMA METODOLÓGICO**

En esta parte del proyecto se presenta de forma general el problema de las pérdidas eléctricas así como el uso de un esquema metodológico para su evaluación y análisis respectivo. A partir de variables eléctricas que intervienen en el balance de energía de una red de distribución secundaria se calcularán las pérdidas de energía totales para lo que es necesario como primera parte un diagnóstico de la red de estudio estableciendo una base de datos que será el sustento del estudio.

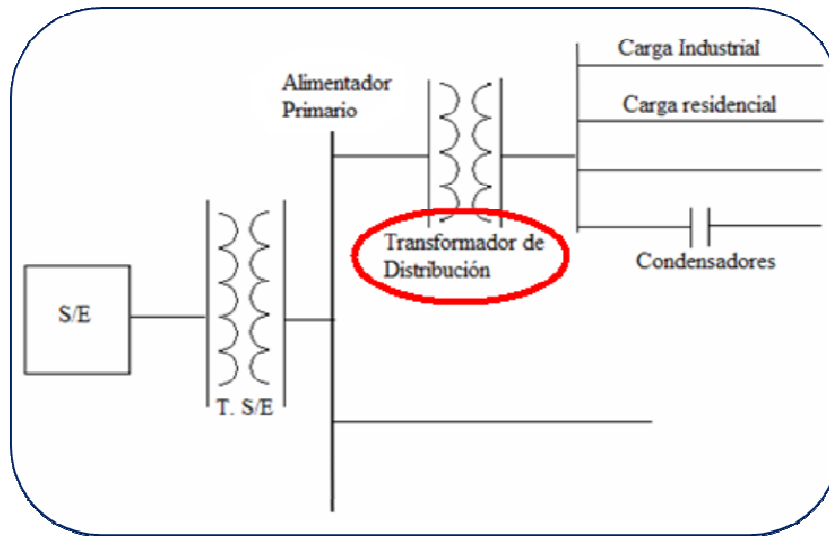
Se establecerán las causas que generan las pérdidas de energía con el fin de establecer, posteriormente alternativas de reducción y control de pérdidas. En sistemas de generación, transmisión y alimentadores primarios es poco probable la existencia de pérdidas no técnicas por lo que este tipo de metodología se aplicará a los sistemas de baja tensión debido a que es casi nulo encontrar hurto en los componentes de media y alta tensión.

Para la metodología de estudio se parte de estudios en reducción de pérdidas a nivel nacional como a nivel latinoamericano. Sin embargo, se incorporan temas que no se encuentran en esos estudios y se trata de un aporte para el tratamiento de pérdidas a nivel del sistema de distribución.

El diseño metodológico a utilizarse está destinado a la red de distribución secundaria, en el gráfico 3.1 se muestra el esquema básico de un circuito secundario, en donde el caso de estudio se encuentra desde el inicio de la red hasta su entrega en la carga residencial, comercial o industrial.



FIGURA 3.2  
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: CONELEC  
ELABORADO POR: CONELEC

### ***3.4.1 Diseño de la metodología***

En el diseño de la metodología existen diversos procedimientos de cálculos que permiten una aproximación a las pérdidas técnicas y no técnicas dentro del caso de estudio, partiendo de los objetivos generales y específicos planteados en el proyecto, además de los recursos de información obtenidos de la empresa distribuidora. Estableciendo cronogramas de trabajo y procedimientos.

En las redes de estudio los datos obtenidos serán procesados y analizados de diferentes maneras para así buscar la alternativa óptima para la reducción de pérdidas no técnicas dentro de la red de distribución secundaria perteneciente a cualquier alimentador.

El estudio permite utilizar una metodología basada en fundamentos teóricos y prácticos, las pérdidas evaluadas en la red secundaria, darán una guía clara de la situación en la que se encuentra la empresa distribuidora, estos resultados pueden variar de una red a otra, debido a diferentes factores que se señalan en el análisis. Este estudio se basa en algunos trabajos de investigación de pérdidas realizados con anterioridad.

### ***3.4.2 Procedimientos***

#### ***3.4.2.1 Selección de redes secundarias***

La selección de la red secundaria es de suma importancia debido a que debe tener definidas sus fronteras para facilitar la realización de un balance global y el desarrollo del cálculo detallado de sus pérdidas en los componentes que lo conforman, para de esta manera lograr obtener los resultados precisos. Para esto se pretende un análisis general y detallado de pérdidas técnicas y no técnicas, considerando lo siguiente:

- La red a seleccionar deber tener un margen de confiabilidad y posibilidades en la recolección de datos para su procesamiento.
- La red de distribución secundaria es de tipo urbano con una variedad de consumos, estratos, etc.
- Los datos de los clientes asociados a la red, están disponibles.

- Es preferible la elección de una red aérea que una subterránea porque el acceso a cualquier parte de la red es más fácil y se pueden obtener datos importantes.

#### ***3.4.2.2 Inspección física de los usuarios***

Una vez obtenida la muestra se realiza una inspección física, mediante la cual se obtiene información necesaria para la determinación de perdidas no técnicas.

Esta información contiene las características de servicio, características técnicas y las condiciones de operación en las que se encuentran los medidores.

##### ***3.4.2.2.1 Características del servicio***

En las características del servicio del usuario masivo de la muestra se establece lo siguiente:

- Los datos básicos del abonado (Nombre, Código, Dirección, ); y,
- Tipo de tarifa que posee el abonado, ya sea este residencial, comercial o industrial.

En la tabla 3.2 se presentan las características de servicio de muestra.

##### ***3.4.2.2.2 Características técnicas***

En las características técnicas del sistema de medición de los usuarios de la muestra se establece:

- La inspección física del medidor y acometida de los abonados

- La determinación del calibre, tipo de conductor y longitud de la acometida, y la marca, tipo y constante del medidor.

#### **3.4.2.2.3 Condiciones de operación**

En esta etapa se establece lo siguiente:

- Verificación de conexiones directas antes del medidor. Esta acción será primordial y se lo realizara antes de cualquier otra prueba, sin alertar al usuario para evitar que desconecte el posible fraude; con lo cual se podrá determinar si existe alguna conexión clandestina antes del medidor.
- Realización de un censo de carga en aquellos casos de usuarios con conexión directa y medidores que no marquen, para luego proceder a estimar el consumo.
- Se especifican las cargas básicas (refrigeradora, alumbrado y artefactos menores), así como; las cargas importantes (acondicionadores de aire, secadora, lavadora.etc.).
- Cantidad de usuarios con servicio normal y los que tienen servicio anormal.

**TABLA 3.2**  
**CARACTERÍSTICAS DE SERVICIO DE MUESTRA**

<i>CIRCUITO</i>	<i>RESIDENCIAL</i>	<i>COMERCIAL</i>	<i>IND/ART</i>	<i>OTROS</i>	<i>TOTAL</i>
<b>T104</b>	31	-	4	-	35
<b>T7140</b>	39	1	4	-	44
<b>T2691</b>	32	5	16	-	53
<b>T5771</b>	9	-	-	-	9
<b>T1087</b>	20	1	7	-	28
<b>T2596</b>	30	-	3	-	33
<b>T1083</b>	19	-	1	-	20
<b>T603</b>	5	-	10	-	15
<b>T5562</b>	5	10	36	-	51
<b>T2238</b>	10	3	17	-	30
<b>T2458</b>	20	8	22	-	50
<b>T2204</b>	20	-	4	-	24
<b>T5264</b>	20	-	5	-	25
<b>T5040</b>	20	1	6	-	27
<b>T5079</b>	25	2	8	-	35
<b>T2223</b>	18	1	4	-	23
<b>T5099</b>	10	-	9	-	19
<b>T4395</b>	32	-	19	-	51
<b>T1128</b>	27	-	13	-	40

FUENTE: ELEPCO S.A.

ELABORADO POR: GRUPO INESTIGADOR

### ***3.4.3. Balance de energía en cada uno de las redes.***

El balance energético es una medida de control que permite a la dirección de la empresa determinar objetivamente cuanta energía dispone y como se distribuye. Un análisis más preciso permite determinar aquellas pérdidas que se deben a la propia naturaleza del sistema eléctrico y del estado y características de sus componentes las llamadas pérdidas técnicas; así como aquellas que tienen que ver con el proceso de comercialización y que se producen a nivel de usuarios, que se conocen como pérdidas no técnicas (pérdidas negras). La ecuación general del balance de energía es:

$$E.ent = E.fac + E.perd$$

Donde:

E.ent : Energía entregada al sistema (Kwh)

E.fac : Energía facturada por consumos registrados (Kwh)

E.perd : Energía perdida (diferencia entre Eent y Efact.)

#### ***3.4.3.1.- Medidores Totalizadores***

El control de las pérdidas no técnicas a través de medidores Totalizadores es un sistema que se desarrolló en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A., para asegurar el control efectivo de las pérdidas y este se establece básicamente con la medición de la carga total asociada a cada punto de transformación de la red de distribución con dos o más usuarios conectados.

Con este método podemos establecer un sistema de detección, control y monitoreo de las pérdidas no técnicas en cada punto de transformación de la red, a fin de contribuir con la reducción de éstas; detectando fraudes, anomalías e irregularidades en los puntos de entrega de los usuarios de manera efectiva y con uso eficiente de los recursos.

Se apoya en el balance energético de cada grupo de transformadores (energía despachada contra la energía registrada en cada uno de los medidores conectados al transformador). La metodología engloba cuatro procesos que conforman el ciclo de planificar, hacer, revisar y corregir como se describe a continuación:

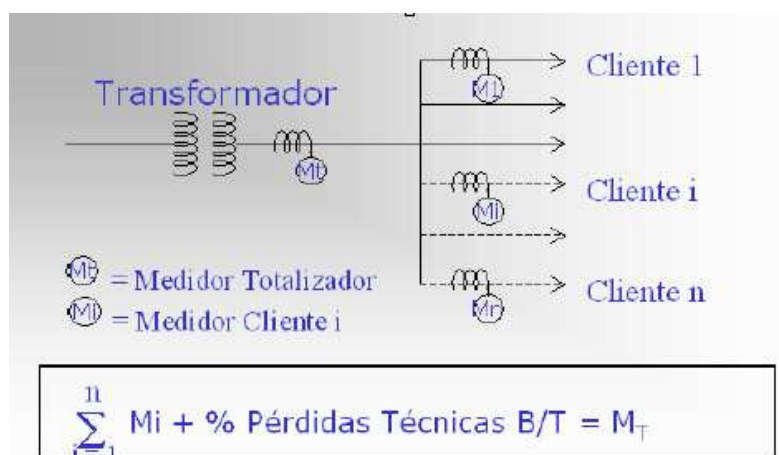
#### 3.4.3.1.1. Asociación clientes-transformador

En las inspecciones se realizó un censo de los transformadores y puntos de la red de la empresa, identificando cada medidor con su transformador asociado; en el anexo 4 se puede observar el formato. Luego estos datos (serial de los medidores) se introdujo en el sistema comercial de la empresa (INFOWARE) y por medio del sistema se obtiene la información complementaria de cada punto (cuenta, dirección, consumo).

#### 3.4.3.1.2. Instalación de totalizadores

El equipamiento para la instalación de un medidor totalizador está compuesto por tres transformadores de corriente tipo toroidal; un medidor electrónico que recibe las señales de tensión y corriente ubicado en el lado de bajo voltaje de cada transformador para medir el total de la energía suministrada, cables y caja para alojar el contador. La Fig.3.3 muestra el esquema unifilar de conexión.

**FIGURA 3.3**  
**ESQUEMA UNIFILAR DE CONEXIÓN DEL TOTALIZADOR.**



FUENTE: ELEPCO S.A  
ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR

En la Fig. 3.4, se observa el esquema de instalación en un transformador de distribución donde se distingue el medidor totalizador instalado en una caja colocado a la salida de los bushing

**FIGURA.3.4**  
**TOTALIZADOR INSTALADO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**FIGURA 3.5**  
**VISTA FRONTAL DEL MEDIDOR TOTALIZADOR.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**



#### ***3.4.3.1.3. Lectura y balance energético***

La lectura de los totalizadores será ejecutada simultáneamente con el ciclo de lectura de los suministros conectados al totalizador para garantizar que el cálculo de las pérdidas de energía sea lo más preciso posible. El balance de energía se realiza mensualmente.

#### ***3.4.3.1.4. Revisiones***

Una vez obtenido el reporte del sistema que indica las pérdidas por transformador, se lleva a cabo la revisión que se inicia con un análisis de los datos integrando pérdidas en KWh, porcentaje de pérdidas del total entregado por el transformador y cantidad de clientes asociados. Este estudio determinará la prioridad por transformador y la probabilidad de certeza de la detección antes de comenzar el trabajo en el sitio.

Luego, en campo se procede a inspeccionar la red de baja tensión, acometidas y medidores para descubrir tomas clandestinas, contadores manipulados y otras anomalías causales de las PNT. Así se revisa la red hasta que el balance energético resulte sin pérdidas.

Una vez corregidas las irregularidades que causan las pérdidas en la red detectadas por los métodos tradicionales de inspecciones se vuelve a tomar lectura del equipo totalizador y de los medidores asociados. Al término de las correcciones habrá transcurrido un lapso entre 7 y 8 días generándose un balance energético que servirá para evaluar si las revisiones fueron efectivas.

#### ***3.4.3.1.5. Entrega de informes***

Un informe final describe cómo se resolvió el caso indicando que el totalizador quedó sin PNT para su control el mes siguiente. La revisión en campo requiere un tiempo de 7-8 días por transformador el cual tiene 34 usuarios asociados en promedio.

Sin embargo el proceso realmente continúa una vez entregado el informe final pues el sistema automatizado de lectura de los totalizadores advertirán en un tiempo máximo de un mes si efectivamente el transformador no registra pérdidas considerables. En este período se toma la lectura de todos los equipos de manera continua.

Existen algunos factores por los cuales, después de las revisiones y correcciones, pudieran volver a manifestarse pérdidas en los transformadores. Las causas más frecuentes son:

- Falla en la corrección de las irregularidades realizadas por las cuadrillas.
- Conexiones clandestinas que no hayan sido detectadas y que los usuarios dejaron de utilizar en el lapso de revisión al percatarse de la presencia de las cuadrillas.
- Auto-normalizados son clientes que considerando el proceso legal del que pueden ser objeto regularizan su situación eliminando la condición de fraude ellos mismos antes de que sean detectados pero que vuelven a conectarse ilegalmente una vez que se ausentan las cuadrillas.
- Reincidencia de los usuarios ilegales que están acostumbrados a beneficiarse indebidamente del servicio eléctrico y que perciben la vulnerabilidad de los procesos de sanción, vuelven a intervenir la red creyendo que están libres de nuevas detecciones.

No obstante estas incidencias serán detectadas posteriormente por el sistema que obliga a un seguimiento continuo. De ahí proviene parte del éxito del proyecto de reducción de pérdidas con el apoyo de los equipos totalizadores.

**TABLA 3.6**  
**BALANCE DE ENERGIA SEMANAL EN LOS CIRCUITOS SECUNDARIOS DE MUESTRA**

<i>CIRCUITO</i>	<i>TOTALIZADOR (KWh)</i>	<i>CONSUMO (KWh)</i>	<i>PERDIDAS (KWh)</i>	<i>% PERDIDAS</i>
<b>T104</b>	2105	1713.58	391.42	19
<b>T7140</b>	10793	2219,89	604,89	21
<b>T2691</b>	1886	1678.54	207.46	11
<b>T5771</b>	539	388,92	150,08	28
<b>T1087</b>	6013	4755.37	1257.63	21
<b>T2596</b>	2106	1605.56	500.44	26
<b>T1083</b>	744	624	120	16
<b>T603</b>	2764	2263.2	500.8	18
<b>T5562</b>	2781	2234,06	546,94	20
<b>T2238</b>	8564	7108.12	1455.88	17
<b>T2458</b>	3564	3140.14	423.86	12
<b>T2204</b>	7565	6919.42	645.58	9
<b>T5264</b>	996	884,06	111,94	12
<b>T5040</b>	4113	3460.66	652.34	16
<b>T5079</b>	5435	4872.7	562.3	10
<b>T2223</b>	6554	4983.41	1570.59	24
<b>T5099</b>	5485	4761.6	723.4	13
<b>T4395</b>	2367	2189.57	177.43	8
<b>T1128</b>	2592	1718,7	873,3	40
<b>TOTAL</b>	75766	7843.49	1802.26	

**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**TABLA 3.7**  
**PERDIDAS DE ENERGIA EN CIRCUITOS SECUNDARIOS DE MUESTRA**

<i><b>PERDIDA DE ENERGIA(SEMANAL)</b></i>	<i><b>1802.26 KWh</b></i>
<i><b>PERDIDA DE ENERGIA(ANUAL)</b></i>	<i><b>86508.48 KWh</b></i>

**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

### 3.4.3 Pérdidas en alumbrado público

Las pérdidas provocadas por el alumbrado público dentro de una empresa eléctrica viene dado en el balasto de la luminaria, las cuales son constantes y corresponden al grupo de las pérdidas técnicas, otras pérdidas que se encuentran dentro del alumbrado son las de fallas en los sistemas de control o activación de encendido de la luminaria durante el día, aún cuando estas últimas son no técnicas pues sus causas residen en problemas administrativos, así como también se puede mencionar las pérdidas por baja eficiencia a lo largo de la red.

Para el estudio de alumbrado se obtuvieron los datos del número de luminarias por diferentes potencias que se encuentran a lo largo del alimentador de las redes secundarias.

**TABLA 3.5**  
**ALUMBRADO PUBLICO EN LOS CIRCUITOS DE MUESTRA**

<i><b>TIPO</b></i>	<i><b>CANTIDAD</b></i>	<i><b>POTENCIA NOMINAL (W)</b></i>	<i><b>PERDIDA BALASTOS (W)</b></i>	<i><b>TOTAL POTENCIA (W)</b></i>
MERCURIO (HG)	177	175	13	33276
SODIO (NA)	58	70	10	4640
TOTAL	235			37916

**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Las pérdidas en el alumbrado público son aquellas pérdidas que cuando la empresa eléctrica no realiza la adecuada facturación de este servicio, estas pérdidas incurren de manera negativa. Sin embargo hay que tomar en cuenta que la empresa eléctrica cobra un rubro por la energía consumida en el alumbrado público y éste es facturado, si estas pérdidas no son tomadas en cuenta resultarían como pérdidas no técnicas en el campo de error de la estimación del consumo.

Las pérdidas técnicas, como se ha mencionado, son las pérdidas en el balasto que son constantes y debidas a las pérdidas Joule, que se producen por la bobina que posee el balasto, las cuales son proporcionales a la potencia que tiene y debido a que el alumbrado público utiliza luminarias de descarga no se puede prescindir del balasto.

Las pérdidas de los balastos de las luminarias involucradas en las redes se obtuvieron de los catálogos de los fabricantes y como se posee el número de luminarias que se encuentran en la red en estudio, es posible determinar las pérdidas de energía total en los balastos.

Estas pérdidas se encuentran detalladas en la tabla 3.8

**TABLA 3.8**  
**PERDIDAS DE LOS BALASTOS DE LAS LUMINARIA**

<i>TIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>POTENCIA NOMINAL</i> <i>(W)</i>	<i>TOTAL</i> <i>POTENCIA (W)</i>	<i>PERDIDA</i> <i>BALASTOS (W)</i>	<i>TOTAL DE</i> <i>PERDIDAS (W)</i>
HG	177	175	33276	12	2275
NA	58	70	4640	10	700
TOTAL	235		37916		2975

**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

El cálculo de pérdidas en alumbrado público se reduce a la aplicación de la ecuación siguiente.

$$E_{AL.P} = (T/2) (\sum P_b)$$

Donde:

$E_{AL.P}$  = Pérdidas de energía en alumbrado público (KWh/año)

$T = 8760$  h

$P_b$  = Pérdidas en Balastos

**TABLA 3.9**  
**PERDIDAS DE ENERGIA EN ALUMBRADO PUBLICO**

<b><i>PERDIDA DE POTENCIA (KW)</i></b>	<b><i>2.975</i></b>
<b><i>PERDIDA DE ENERGIA (KWh/año)</i></b>	<b><i>13030.5</i></b>

**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

Las pérdidas en el alumbrado público por fallas en el encendido de las luminarias, se obtienen de reportes del departamento de mantenimiento con un promedio de las luminarias encendidas que se puede decir que se ha incrementado, es decir; la luminaria se quede encendida las 24 horas del día hasta su respectiva reparación.

Sin embargo este valor es más considerado como un problema de la administración y control de la empresa eléctrica por lo que interviene dentro de las pérdidas no técnicas. Luego del proceso efectuado las pérdidas de energía en el alumbrado público es de 13030.5 KWh/año.

### **3.5 ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS**

#### ***3.5.1 Redes Antihurto***

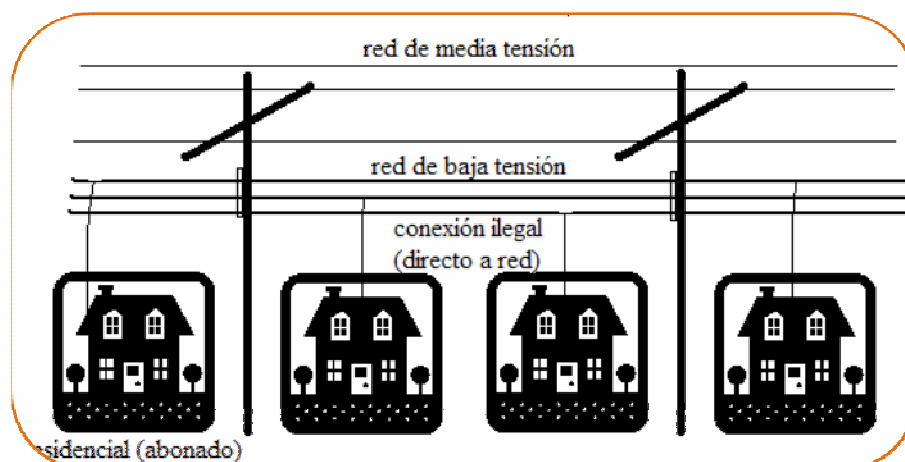
Las pérdidas no técnicas en los sistemas de distribución vienen dadas por diferentes causas como las de las conexiones ilegales este tipo de pérdidas se presentan tanto los colgados de la red como el puenteo de los terminales del medidor de energía y se deben por lo general en sectores en donde el nivel de pobreza es elevado o considerable como a la falta de atención en forma inmediata al requerimiento de instalación del nuevo servicio.

Para reducir este tipo de pérdidas es necesaria la utilización de nuevas tecnologías. La gran parte las conexiones ilegales se encuentran radicadas en las redes de distribución con conductores desnudos, pero debido a la vulnerabilidad de estas, es necesario realizar algunas modificaciones.

Una de estas modificaciones consiste en rediseñar la red, tomando en cuenta que la forma más fácil de un individuo para tomar energía es por medio de los cables desnudos, es cual puede ser evitado por un conductor antihurto o cable preensamblado esto evitará que se conecten a los vanos, otra manera es mediante la utilización de una caja de derivación de acometidas, esto reemplazaría los puntos de conexión de las acometidas que son expuestas a una que no tendrán acceso a menos que sean personal capacitado.

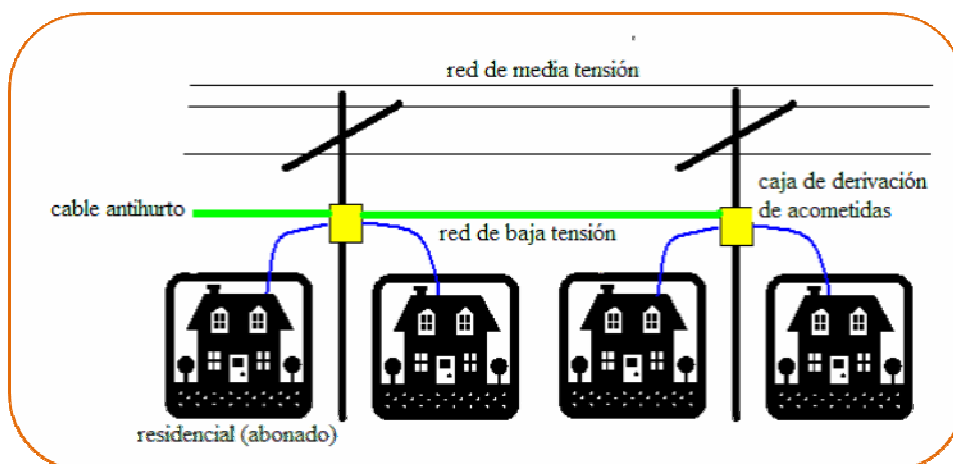
En la figura 3.5 se presenta una red de baja tensión con conexiones directas es decir ilegales, las cuales pueden ser corregidas por cajas de derivación de acometidas evitando el hurto de energía, estas cajas vienen de un sistema de distribución rediseñado con conductor preensamblado el cual va a evitar las conexiones ilegales al no ser un conductor desnudo sin permitir la conexión directa de la red, esta conexión se presenta en la figura 3.6

**FIGURA 3.5**  
**RED DE BAJA TENSION CON CONEXIONES DIRECTAS**



FUENTE: ELEPCO S.A  
ELABORADO POR: ELEPCO S.A

**FIGURA 3.6**  
**RED DE DISTRIBUCIÓN REDISEÑADA**



FUENTE: ELEPCO S.A  
ELABORADO POR: ELEPCO S.A

Las ventajas de las modificaciones realizadas son las siguientes:

- Reduce las pérdidas negras de energía eléctrica.
- Aumenta la captación de clientes.
- Reduce las averías provocadas por conexiones ilegales.
- Mejora la calidad de servicio a los clientes legales.
- Mejora la imagen de la empresa.

Como una alternativa que se puede plantear debido a que en muchos sectores de la ciudad existe una gran cantidad de pobreza y sabiendo la escases de recursos económicos que posee esas personas y al alto costo de un medidor de energía el cual se vuelve un equipo difícil de pagar para este tipo de personas, se puede proponer un nuevo sistema de financiamiento ó aún de instalación de medidores a costo de la Empresa por conveniencia propia.



### **3.5.2. Instalación de registradores de control de energía**

La instalación de registradores de control de energía es un proyecto que permite evaluar a un transformador y a su vez su red secundaria de distribución, para el estudio se realizó la instalación de 19 registradores permanentes en cada uno de los circuitos de muestra, mediante esto fue posible saber el estado actual de los circuitos analizados; al realizar el balance que consistía en recolección de datos de campo del circuito, inspección y revisión de las instalaciones de las acometidas y encontrar posibles fraudes.

Para esto fue necesario realizar una selección de transformadores donde se pueden ocasionar mayor número de infracciones lo que permite controlar a estos usuarios y reducir el nivel de pérdidas de energía.

### **3.5.3 Registro**

Para un control en el registro de energía dentro de un sistema de distribución, para evitar los destiempos de lecturas los cuales no permiten una concepción clara de la energía consumida, una alternativa para el control viene dada por las siguientes partes:

- Supervisar a los lectores de cada ruta de trabajo ya sea de forma aleatoria para de esta manera verificar si los datos anotados son reales de los contadores.
- Colocar los contadores de energía fuera de las instalaciones preferiblemente en la parte exterior del sitio para poder realizar el registro sin ningún problema, evitando molestias en el cliente.

- Implementar la instalación de medidores electrónicos o digitales en los nuevos usuarios y los equipamientos existentes irlos reemplazando según las necesidades, esto permitirá una lectura exacta de la energía consumida.
- Exigir a los lectores la denuncia de irregularidades en las conexiones para determinar fraudes o conexiones ilegales.
- Establecer un orden específico de rutas de lectura para que de esta manera los lectores no descuiden ningún contador de energía y no se realicen estimaciones de consumos.

#### ***3.5.4 Retiro de medidores y contrastación en laboratorio.***

En la actualidad la energía eléctrica es uno de los principales factores que rige la vida moderna y los sistemas de medición de energía juegan un papel preponderante en la relación económica entre las Empresas Generadoras, Transmisoras, Distribuidoras de Energía y los Consumidores.

Las reglamentaciones vigentes exigen a las Empresas Distribuidoras una supervisión periódica de los medidores de energía por lo que éstas deben contar con sistemas de ensayo, en laboratorio o in situ, para realizar el contraste de medidores, es decir, determinar el grado de exactitud con la cual el mismo registra los valores de energía. Es importante saber que todos los medidores deben ser contrastados antes de ser instalados.

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi se basa en la Norma INEN 281 para efectuar los ensayos respectivos, la calibración se hace por el método del contador patrón o por el método del vatímetro, a tensión de ajuste y frecuencia nominal. Se describe el primer método por ser el más utilizado. Consiste en comparar (contrastar) el medidor a verificar con uno de mayor precisión, denominado medidor patrón del cual se conocen sus curvas características de error en todo el rango de corriente de ensayo.

Si el porcentaje de error es negativo (-), esto significa perdidas para la empresa y si el porcentaje de error es positivo (+), significa una sobrefacturación al usuario. Además debemos tomar en cuenta que las pérdidas de energía por error en los equipos de medición se consideran normales si el error se encuentra en un  $\pm 2\%$  y como anormales si el error excede este límite.

La contrastación de medidores se recomienda realizarlo cada dos años con la finalidad de mantener el grado de exactitud en los contadores de energía eléctrica.

#### ***3.5.4.1 Procedimiento para el retiro de medidores.***

Para poder retirar los medidores con seguridad es necesario seguir una serie de pasos que detallamos a continuación:

- Solicitar al usuario desconectar todos los equipos y artefactos eléctricos
- Colocar la escalera de forma firme y segura
- Desconectar los circuitos internos del inmueble utilizando el interruptor general.

- Retirar la sujeción del medidor al tablero
- Desconectar la fase y aislar.
- Desconectar el neutro.
- Retirar el medidor.
- Realizar la conexión directa entre entradas y salidas retiradas de la bornera del medidor.
- Se ejecuta la inspección de la carga existente y se llena el formulario de inspección y retiro de medidores.
- Verificar si es necesario generar materiales para la reinstalación.
- Al usuario se le entrega un comprobante de retiro para los trámites correspondientes.
- El medidor retirado es etiquetado para su identificación.
- Se pega un sticker con los datos y lectura del medidor retirado
- El medidor es ingresado al laboratorio para la revisión.
- Laboratorio entrega el medidor contrastado en un promedio de 2 días para su reinstalación.

### ***3.5.5 Colocación de medidores en cajas antihurto***

Para evitar que los usuarios manipulen los medidores, estos se les ubicara en una caja antihurto; la misma que llevara un tornillo de seguridad en la cual se debe incluir un sello difícil de violar, numerado sobre relieve (esto es básico por su adulteración) que permita un control inmediato sobre sus clientes ya que el número de sello es llevado en la computadora con el historial del cliente.

Esto permite que cada cliente tenga un registro aparte del número y serial del medidor, un número de sello puesto en la caja el que permitirá saber cuando se produce el cambio del mismo ya que inmediatamente debe ser reportado.

**FIGURA 3.7**  
**CONTADORES DE ENERGÍA COLOCADOS EN CAJAS ANTIHURTO.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

### ***3.5.6 Acometidas antihurto***

Seguros de que no existirán pérdidas por fraude en los medidores, se evitara que estos busquen otra forma de perjudicar a la empresa, ya sea por medio de la alteración de la acometida, para lo cual se instalara un cable concéntrico también llamado antihurto, el cual no permitirá un fácil acceso a la línea de corriente, lo mismo se realizara en el caso de encontrarse primero una conexión clandestina, es decir también se la instalara una caja antihurto.

**FIGURA 3.8**  
**CABLE ANTIHURTO.**



**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

### ***3.5.7 Balance de fases***

Una alternativa para reducir las pérdidas resistivas en la red secundaria es el balance de fases, debido a que operar las fases simétricamente cargadas representa menores pérdidas que cuando se opera en forma desbalanceada.

El porcentaje de desequilibrio de carga entre las fases se determina por medio de la siguiente ecuación.

$$\%D = \frac{(\text{Carga de fase} - \text{Carga de fase promedio})}{\text{Carga de fase promedio}} \times 100$$

**Donde:**

%D = Porcentaje de desbalance

El procedimiento para realizar el balance de carga y determinar el porcentaje de desbalance con base en mediciones diarias.

- De las mediciones diarias de la red secundaria, se obtienen las magnitudes de corriente por fase.
- Con las corrientes de cada fase, se determina la corriente promedio
- Aplicando la formula anterior se determina el porcentaje de desbalance de cada fase.

### ***3.5.8. Reducción de las pérdidas en alumbrado público***

Las pérdidas en las luminarias de alumbrado público corresponden a los balastos y se pueden considerar constantes. Una de las alternativas para una mejor eficiencia de las luminarias en la red secundaria es el reemplazo de luminarias de menor consumo y mayor eficiencia luminosa, manteniendo el nivel de iluminación.

A continuación se presentan las principales características de las luminarias de mercurio y sodio:

**TABLA 3.10**  
**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LUMINARIAS**

<b>TIPO LUMINARIA</b>	<b>FLUJO LUMINOSO (Lm)</b>	<b>EFICIENCIA (Lm/W)</b>	<b>VIDA UTIL (HORAS)</b>
Hg125	5300	50	18000
Hg175	7500	50	24000
Hg250	12000	52	24000
Hg400	20000	56	24000
Na70	6500	80	24000
Na150	15000	97	24000
Na250	33000	106	24000
Na400	49000	122	24000

**FUENTE: CATALOGO DE LUMINARIAS**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

La eficacia de las luminarias se determina por la relación entre el flujo luminoso que emite y la potencia que consume. Así: una luminaria de mercurio alta presión presenta una eficacia media de 50 Lúmenes/watt, a diferencia de una luminaria de sodio alta presión, que presenta una eficacia promedio de 105 Lúmenes/watt.

*"Las luminarias de mayor difusión en el sistema eléctrico, generalmente han sido hasta la presente fecha las de 125 W. de mercurio, por lo tanto, son las que significan la mayor potencia consumida en el sistema eléctrico. Estas luminarias son cambiadas con grandes ventajas por luminarias de sodio de alta presión de 70 W., lo cual significa que exista un ahorro de potencia y energía del 44 %."*<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>ANDINO ROMERO HERNAN, "AHORRO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO" Revista institucional EEQ, Quito 1994.



Luminarias de 125 W mercurio, con un flujo luminoso de 5300 Lúmenes, se reemplazan por luminarias con lámpara de 70 W sodio, con un flujo de 6500 Lúmenes y hasta con lámparas de 50 W.

Las luminarias de mercurio de 175 W, con un flujo de 7500 Lúmenes, se reemplazan por luminarias con lámpara de vapor de sodio 100 W, con un flujo luminoso de 10500 Lúmenes.

Las luminarias con lámpara de vapor de mercurio de 250 W, con un flujo de 12000 Lúmenes, se reemplazan por luminarias con lámpara de vapor de sodio de 150W, con un flujo luminoso de 15000 Lúmenes.

Las luminarias con lámpara de mercurio de 400 W, de un flujo de 20000 Lúmenes, se reemplazan por luminarias con lámpara de vapor de sodio de 250 W con un flujo de 33000 Lúmenes con un significativo ahorro de energía eléctrica en el orden del 70%.

El consumo del alumbrado público es un porcentaje considerable de la energía entregada por la red, sin embargo con el cambio de luminarias de mercurio por las de sodio, como se detallo anteriormente se obtiene una mejor eficacia del alumbrado público, como se indica en la tabla 3.11:

**TABLA 3.11**  
**VALORES DE CONSUMO EN ALUMBRADO PÚBLICO SIN CAMBIO DE LUMINARIAS**

<i><b>TIPO</b></i>	<i><b>CANTIDAD</b></i>	<i><b>POTENCIA NOMINAL (W)</b></i>	<i><b>TOTAL POTENCIA (W)</b></i>	<i><b>PERDIDA BALASTOS (W)</b></i>	<i><b>TOTAL DE PERDIDAS (W)</b></i>
HG	177	175	33276	13	2275
NA	58	70	4640	10	700
TOTAL	235		37916		2975

<i><b>PERDIDA DE POTENCIA (KW)</b></i>	<b>2.975</b>
<i><b>PERDIDA DE ENERGIA (KWh/año)</b></i>	<b>13030.5</b>

FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A  
ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR

**TABLA 3.12**  
**VALORES DE ALUMBRADO PÚBLICO CON CAMBIO DE LUMINARIAS.**

<i><b>TIPO</b></i>	<i><b>CANTIDAD</b></i>	<i><b>POTENCIA NOMINAL (W)</b></i>	<i><b>TOTAL POTENCIA (W)</b></i>	<i><b>PERDIDA BALASTOS (W)</b></i>	<i><b>TOTAL DE PERDIDAS (W)</b></i>
NA	177	100	17700	12	2100
NA	58	70	4640	10	700
TOTAL	235		37916		2800

<i><b>PERDIDA DE POTENCIA (KW)</b></i>	<b>2.8</b>
<i><b>PERDIDA DE ENERGIA (KWh/año)</b></i>	<b>12264</b>

FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A  
ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR

### ***3.5.8. Zonificación de usuarios***

Es una alternativa que se desarrolla para identificar de acuerdo a los parámetros de diseño que tipos de usuarios cometen un mayor número de contravenciones (robo, fraude .manipulación de contadores, etc.); con la finalidad de priorizar acciones legales y correcciones inmediatas.

Según la carga instalada en cada uno de los usuarios (anexo 6) y el censo de carga los clasificamos de la siguiente manera:

TIPO A  $\geq 26575$  W

TIPO B  $\geq 14675$  W

TIPO C  $\geq 8075$  W

TIPO D  $\geq 2750$  W

TIPO E  $< 2750$  W

Del estudio realizado en los 19 transformadores se obtiene el siguiente resultado:

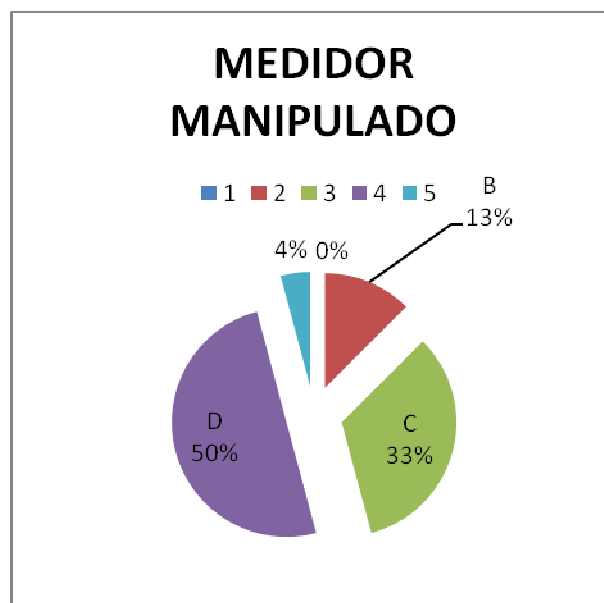
**TABLA 3.13**  
**ZONIFICACION DE USUARIOS**

<b>TIPO DE USUARIO</b>	<b>MEDIDOR MANIPULADO</b>	<b>MEDIDOR OBSOLETO</b>	<b>NO CONSTA EN EL SISTEMA</b>
A	0	3	
B	9	3	1
C	24	30	3
D	36	3	
E	3	6	
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>45</b>	<b>4</b>

**FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A**

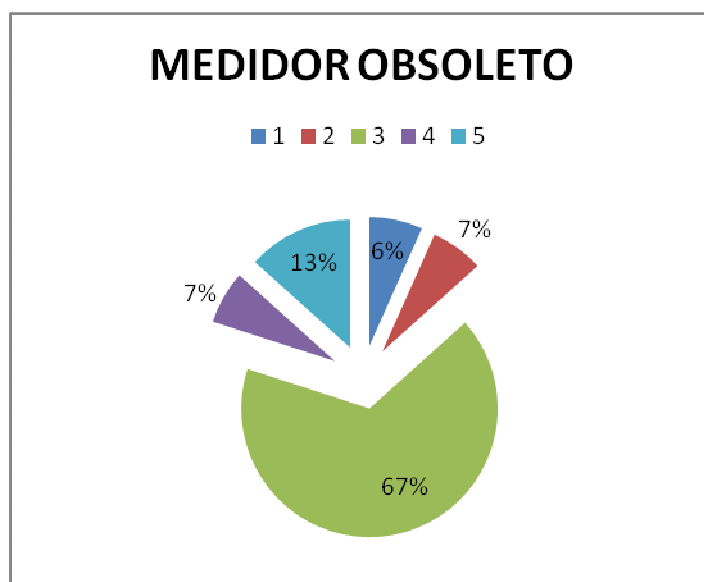
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**TABLA 3.13**  
**MEDIDOR MANIPULADO POR TIPO DE USUARIOS**



FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A  
 ELABORADO POR: GRUPO INVESTAGOR

**TABLA 3.13**  
**MEDIDOR OBSOLETO EN LOS TIPOS DE USUARIOS**



FUENTE: RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ELEPCO S.A  
 ELABORADO POR: GRUPO INVESTAGOR

### ***3.5.9 Actividades de refuerzo.***

Como refuerzo al presente plan y basándonos en el Art.9 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (Art. 9.- Suspensión de servicios.-La falta de pago del suministro de energía eléctrica dará derecho al proveedor a interrumpir el servicio conforme a las disposiciones reglamentarias pertinentes) se estableció la recuperación de cartera vencida, el cual consiste que una vez retirado los medidores no se les vuelve a reinstalar si el usuario tienen deudas con la empresa para lo cual se revisa el estado de cuentas y se hace la respectiva notificación, comunicándole al usuario que tiene un plazo de tres días para realizar el pago; en caso de que el cliente no cancele su deuda se procede al corte del servicio (desconexión en el poste de la acometida).

Entre los casos más comunes tenemos que los usuarios tienen deudas de dos a tres meses de consumo y en pequeñas cantidades superan este número de meses.

En la tabla 3.8 presentamos un ejemplo de usuarios morosos con la empresa:

**TABLA 3.13**  
**RECUPERACIÓN DE CARTERA VENCIDA.**

<b>Cartera Vencida</b>			
<b>Medidor</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Meses</b>	<b>Deuda (\$)</b>
801983	9883	2	6,06
102927	84997	2	46,13
71783	28027	1	12,63
79731	98323	2	32,17
70596	92237	1	31,84
71970	93320	2	29,32
5862	19164	1	20,27
65626	88932	2	11,67
73260	94542	3	14,45
19512	33906	1	5,87
72817	94054	1	15,83
95857	79489	2	31,07
51883	58461	3	41,91
64955	88610	5	111,36
68254	90651	5	77,61
66155	89319	1	38,08
39316	18901	7	116,33
12555	5726	3	92,32
57531	62544	4	16,4
71354	93978	1	9,89
6762	5715	2	43,06
71968	21089	2	42,18
8236	21104	1	19,05
5260	20855	2	28,77
73730	84597	1	5,19
56504	20844	1	7,87
6796	20822	2	23,85
88446	20824	1	11,26
73151	94790	1	7,00
14787	20837	1	6,01
67444	21010	1	21,2
67915	90627	1	22,64
41433	49435	4	34,24
63182	87058	2	47,31
25230	34207	1	23,73
16172	27580	5	106,98
8270	21083	3	70,36
41740	50107	5	43,49
<b>TOTAL</b>			<b>1325,4</b>

**FUENTE: ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

### **3.6 SANCIONES Y MULTAS.**

De acuerdo a los Incisos agregados al final del artículo 8, mediante Ley 2006-55 (Ley Reformatoria de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico) publicado en el Registro Oficial No.364 de 26 de septiembre de 2006 se establece:

Las personas naturales o jurídicas que, con el propósito de obtener provecho para sí o para otro, utilizaren fraudulentamente cualquier método, dispositivo o mecanismo clandestino o no, para alterar los sistemas o aparatos de control, medida o registro de provisión de energía eléctrica; o efectúen conexiones directas, destruyeren, perforaren o manipularen las instalaciones de acceso a los servicios públicos de energía eléctrica, en perjuicio de las empresas distribuidoras, serán sancionados con una multa equivalente al trescientos por ciento (300%) del valor de la refacturación del último mes de consumo, anterior a la determinación del ilícito, sin perjuicio de la obligación de efectuar los siguientes pagos cuando correspondiere, previa determinación técnica:

El monto resultante de la refacturación hasta por el período de doce meses; y,  
Las indemnizaciones establecidas en los respectivos contratos de suministro celebrados entre la empresa distribuidora y el cliente.

Para el caso en que los beneficiarios de la infracción sean personas jurídicas, serán personal y solidariamente responsables para el pago de la multa establecida en el inciso anterior, el representante legal y, o administrador de la empresa que hubiesen permitido y o participado en su ejecución.

Las personas responsables del cometimiento de estos actos, serán sancionados por el delito de hurto o robo, según corresponda, tipificados en el Código Penal.

Se concede a las empresas distribuidoras en las que tenga participación el Estado, o cualquiera de sus instituciones, la jurisdicción coactiva para la recuperación de los valores establecidos en el presente artículo.

En el caso de las empresas distribuidoras privadas, la acción de cobro podrá ser mediante la vía verbal sumaria o ejecutiva, sin perjuicio de la suspensión del servicio a los deudores.

**TABLA 3.14**  
**ENERGÍA RECUPERADA POR REFACTURACIÓN**

<b>MEDIDOR</b>	<b>CUENTA</b>	<b>ENERGÍA RECUPERADA (KWh)</b>
569	929	3480
18447	34041	2676
A0589	958	480
545	886	1338
546	885	1308
A547	887	6400
A0544	884	66
83814	101678	2052
11537	883	2436
A0566	927	1920
64961	88651	16084
8308	20846	3000
5862	19164	1920
<b>TOTAL</b>		<b>43160</b>

**FUENTE: ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**



### 3.7 RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Para encontrar el valor recuperado de energía hacemos una comparación de los valores obtenidos en el balance antes y después de las actividades descritas en el proyecto.

**TABLA 3.15**  
**ENERGÍA RECUPERADA DURANTE EL PROYECTO**

RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE MUESTREO DE UNA SEMANA							
ITEM						ENERGÍA RECUPERADA	
		SIN PLAN		CON PLAN		Kwh	\$
		Kwh	%	Kwh	%		
1	T104	391,42	19	81,6	4	309,82	18,5892
2	T7140	7599,25	21	86,2	3	7513,05	450,783
3	T2691	207,46	11	64,5	4	142,96	8,5776
4	T5771	150,08	28	19,08	4	131	7,86
5	T1087	1257,63	21	352,1	3	905,53	54,3318
6	T2596	500,44	26	104,54	4	395,9	23,754
7	T1083	120	16	54	4	66	3,96
8	T603	500,8	18	164,8	7	336	20,16
9	T5562	546,94	20	128,04	2	418,9	25,134
10	T2238	1455,88	17	251,57	3	1204,31	72,2586
11	T2458	423,86	12	136,02	5	287,84	17,2704
12	T2204	645,58	9	201,21	4	444,37	26,6622
13	T5264	111,94	12	34,14	5	77,8	4,668
14	T5040	652,34	16	132,64	2	519,7	31,182
15	T5079	562,3	10	231,25	4	331,05	19,863
16	T2223	1570,59	24	367,04	2	1203,55	72,213
17	T5099	723,4	13	207,58	5	515,82	30,9492
18	T4395	177,43	8	82,5	2	94,93	5,6958
19	T1128	873,3	40	71,4	3	801,9	48,114
TOTAL DE RECUPERACIÓN						15700,43	942,0258

**FUENTE: ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**TABLA 3.16**  
**BENEFICIO DEL PROYECTO**

<b><i>BENEFICIO DEL PROYECTO (SEMANAL)</i></b>	<b><i>942.03 \$</i></b>
<b><i>BENEFICIO DEL PROYECTO (ANUAL)</i></b>	<b><i>45217.44 \$</i></b>

**FUENTE: ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

**TABLA 3.17**  
**INVERSIÓN DE ELEPCO S.A PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO**

<b>INVERSIÓN NETA PARA EL PROYECTO DURANTE 1 año</b>			
<b><i>NOMBRE</i></b>	<b><i>CANTIDAD</i></b>	<b><i>V. UNITARIO (\$)</i></b>	<b><i>V. TOTAL (\$)</i></b>
kit medidor totalizador monofásico	15	930	13950
kit medidor totalizador trifásico	4	1010	4040
Recursos humanos personal de ELEPCO S.A	2	280	560
Materiales, herramientas	2	681	1362
Trasporte	1	1200	1200
Imprevistos	10%		2111.2
Total del proyecto			23223.2

**FUENTE: ELEPCO S.A**  
**ELABORADO POR: GRUPO INVESTIGADOR**

### **3.8 ANÁLISIS COSTO–BENEFICIO DEL PLAN DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS**

El análisis costo-beneficio corresponde en determinar el beneficio económico que tendría la empresa como producto de la reducción de los costos de pérdidas que se

tiene por concepto de fraude y hurto mediante la implantación del plan propuesto. Para tal análisis se verá los costos de pérdidas que se producen en la red secundaria de los transformadores de muestra.

# **RELACIÓN COSTO-BENEFICIO:**

$$B/C = V_B/V_N$$

Donde:

$V_B$ : Valor de beneficio

$V_N$ : Valor de inversión

$B/C$ : Relación costo beneficio

La relación costo beneficio, es un indicador o índice que permite tomar decisiones para la efectividad del proyecto.

Beneficio del proyecto	45217.44 \$
Costo del proyecto	23223.2 \$

$$B/C = V_B/V_N$$

$$B/C = 45217.44/23223.2$$

$$B/C = 1.95$$

El CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS NO TECNICAS DE ENERGIA es una alternativa viable debido a que se tiene 1.95 dólares de beneficio por cada dólar de inversión.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- Del estudio realizado podemos concluir que los usuarios Tipo C y Tipo D son los que más incurren en la manipulación de medidores, debiendo poner mayor énfasis en el control de los mismos.
- La reducción de pérdidas no técnicas incide en forma directa en el mejoramiento de la calidad y eficiencia de los sistemas administrativos de la empresa y a su vez la eficacia técnica para el control del incremento de pérdidas no técnicas en el área social.
- Uno de los problemas principales para el incremento de pérdidas no técnicas es la facilidad para el hurto o fraude de energía debido a la falta de presencia de personal de la empresa en la calle, lo que genera en los usuarios un abuso total en la manipulación de las redes, instalaciones y mediciones.
- Los programas de control y reducción de pérdidas no técnicas son rentables, ya que mejorando los procesos administrativos se obtendría una recuperación energética y financiera, recurriendo a inversiones iniciales bajas en un período de recuperación a corto plazo.

- Las pérdidas de energía por fraude, hurto y de gestión administrativa es un problema de muy difícil solución; mientras no se realice un cambio estructural dentro de la organización y de la mentalidad y cultura de cada integrante de esta no se obtendrán resultados significativos por muy buenas que sean las acciones y procedimientos que se planteen para reducirlas.
- El paso siguiente en la especialización del hurtador de energía eléctrica, luego de las conexiones directas y puentes, es la manipulación de medidores. Para ello debe proceder a vulnerar precintos, sistemas de cierre y/o tapas. Al realizar estas operaciones fraudulentas dejará pistas o señales de su intervención las que el inspector deberá identificar inequívocamente y así continuar con la detección del fraude.
- ELEPCO S.A. pierde grandes cantidades de energía y de dinero por no implementar un programa real de reducción de pérdidas de energía. Es importante que se implante un plan piloto de reducción de pérdidas no técnicas o negras, cualquiera que este sea. Más allá de los análisis respectivos es momento de tomar acciones y de manera urgente.
- La implementación de un plan piloto de reducción de pérdidas genera un ahorro en la compra de energía y promueve una disminución del costo por las pérdidas no técnicas, aparte de percibir un aumento en la recaudación gracias a la facturación no registrada de los usuarios conectados directamente a la red.
- El sistema de distribución actual está desactualizado. Es necesario realizar un rediseño general de circuitos primarios y secundarios. La postería y los herrajes deberían tener un mantenimiento.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- ELEPCO S.A., debe aplicar una mayor atención en el cambio y contrastación de medidores que han cumplido con su vida útil, ya que en su gran mayoría son obsoletos.
- Las empresas eléctricas deben ejecutar permanentemente planes para la evaluación, reducción y control de pérdidas técnicas y no técnicas.
- Los valores económicos recuperados por concepto de reducción de pérdidas deben ser invertidos en acciones dirigidas al mejoramiento del sistema eléctrico.
- Acompañar las acciones de control con una intensa campaña de difusión destinada a concienciar a la opinión pública en general sobre el delito que significa el hurto de energía y los peligros asociados que lleva la manipulación de las instalaciones.
- Las acciones de control deben ir orientadas al alumbrado público, debido a que la energía que se desperdicia en el día por estar encendidas significan también pérdidas para la empresa.
- Recordar al personal directivo, administrativo y técnico que es su responsabilidad y obligación cuidar los intereses de la empresa. Por eso se recomienda que si no hay una concienciación por parte de ellos, así la Empresa invierta millones de dólares en tratar de reducir sus pérdidas no habrá un resultado positivo jamás.
- Para obras futuras realizar un correcto diseño de las redes de distribución secundaria, con el propósito de dificultar el acceso a conexiones clandestinas con el fin de reducir las pérdidas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, **“Eficiencia energética”**, Editorial Soho Desing S.A.
- BOLTON M, **“Medición y pruebas eléctricas y electrónicas”**, Editorial Limusa, 1992
- CONELEC, **“Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano”**, 2008.
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- VARIOS AUTORES, **“Manual de Eficiencia Energética”**, Ministerio de energía y minas/ Programa de ahorro energético, Quito-Ecuador, 2002

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- ULLOA Francisco, **“Investigación 2000”**, Fundación Ecuatoriana de Desarrollo Educativo, Tecnológico y Productivo, Ecuador 2000.
- AGUILAR, Ruth Marlene: **“Metodología de la Investigación Científica”**, Universidad Técnica de Loja, Ecuador 1994.
- NILSSON James, **“Circuitos Eléctricos”**, Editorial Addison Wesley, Cuarta edición, 1996.

### **BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL**

- <http://www.edenor.com.ar/edenor/pages/contenido/asiesedenor/perdidasenenergia.jsp>
- [http://www.soberania.org/Articulos/articulo\\_1851.htm](http://www.soberania.org/Articulos/articulo_1851.htm)

- <http://www.monografias.com/trabajos68/costos-fallas-energia-necesidad-analisis/costos-fallas-energia-necesidad-analisis2.shtml>
- <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articuloscat.php?cat=perdidas>
- [http://www.portafolio.com.co/negocios/empresas/ARTICULO-WEB-NOTA\\_INTERIOR\\_PORTA-6457748.html](http://www.portafolio.com.co/negocios/empresas/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-6457748.html)
- <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=66>
- [http://www.asocodis.org.co/cms/docs/Sesi%C3%B3n%20II-German%20Corredor.ppt#301,14,SENDA ÓPTIMA PREVIO ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN B/C](http://www.asocodis.org.co/cms/docs/Sesi%C3%B3n%20II-German%20Corredor.ppt#301,14,SENDA%20ÓPTIMA%20PREVIO%20ANÁLISIS%20DE%20LA%20EVALUACIÓN%20B/C)
- <http://archivo.eluniverso.com/2005/09/10/0001/9/3ACF1509BA7D44D8809B54C895600B16.aspx>
- <http://www.ecuacier.org/seminario/images/stories/trabajos/ac/C2.pdf>
- <http://www.ecamec.com.ar/newsletter/bajarnotaa0409.pdf>
- <http://www.labplan.ufsc.br/congressos/XIII%20Eriac/C5/C5-10.pdf>
- <http://www.fids.org.ec/proyectos/pmartillo/jtomala.pdf>



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Ampere (A):** Unidad que mide la intensidad de una corriente eléctrica. Representa la cantidad de electrones que circulan en un conductor en un segundo.

**Carga:** Cantidad de potencia que debe ser entregada en un punto dado de un sistema eléctrico.

**Carga promedio:** Carga hipotética constante que en un periodo dado consumiría la misma cantidad de energía que la carga real en el mismo tiempo.

**Central generadora:** Lugar y conjunto de instalaciones, incluidas las obras de ingeniería civil y edificaciones necesarias, directa o indirectamente utilizadas para la producción de energía eléctrica.

**Central hidroeléctrica:** Aquellas en que las máquinas motrices son turbinas hidráulicas utilizando, para la generación de energía eléctrica, elementos como represas, ductos, turbinas, etc., y que de manera general se aprovecha el movimiento de agua por gravedad.

**Central termoeléctrica:** Cuando la energía eléctrica se produce por medio de máquinas motrices térmicas, es decir, utilizan turbinas de vapor, motores diesel, plantas de bombeo, etc.

**Circuito:** Trayecto o ruta de una corriente eléctrica formando por conductores, que transporta energía eléctrica entre fuentes (centrales eléctricas) y cargas (consumidores).

**Clientes Autoconectados:** Clientes con servicio suspendido por falta de pago, que se han conectado ilegalmente a la red.

**Clientes Normalizados:** Es quien recibe el suministro en forma reglamentaria.

**Conductor:** Material que opone mínima resistencia ante una corriente eléctrica.  
Cable.

**Conexiones Clandestinas:** Son las realizadas con fines de hurto, generalmente en forma precaria. Suelen ser muy peligrosas

**Consumo de energía:** Energía eléctrica utilizada por toda o por una parte de una instalación de utilización durante un periodo determinado.

**Contingencia:** Anormalidad en el sistema, línea o Subestación.

**Cuadro Tarifario:** Fija el valor unitario de los cargos que se utilizan en la facturación del servicio eléctrico.

**Demanda eléctrica:** Requerimiento instantáneo a un sistema eléctrico de potencia, normalmente expresado en megawatts (MW) o kilowatts (KW).

**Demanda máxima bruta:** Demanda máxima de un sistema eléctrico incluyendo los usos propios de las centrales.

**Demanda máxima neta:** Demanda máxima bruta menos los usos propios.

**Demanda promedio:** Demanda de un sistema eléctrico o cualquiera de sus partes calculada dividiendo el consumo de energía en KWH entre el número de unidades de tiempo del intervalo en que se midió dicho consumo.

**Disparo de carga:** Procedimiento para desconectar, en forma deliberada, carga del sistema como respuesta a una pérdida de generación y con el propósito de mantener su frecuencia en su valor nominal.

**Disparo:** Poner fuera de servicio un equipo, manualmente o automáticamente.

**Disyuntor Diferencial:** Aparato que sirve para desconectar automáticamente el paso de la corriente eléctrica ante la mínima pérdida de energía a tierra que pueda producirse por algún desperfecto de la instalación. Se utiliza para la protección de personas.

**Emergencia:** Condición anormal en operación de centrales.

**Energía Eléctrica:** Es la producida por un generador cuando gira en un campo electromagnético. El generador produce una energía que es igual a la potencia (W) multiplicada por el tiempo de funcionamiento. La energía eléctrica se mide en vatios por hora (Wh);  $1.000 \text{ Wh} = 1\text{kWh}$  (un kilowatio).

**Energía necesaria bruta:** Energía que se requiere para satisfacer la demanda de un sistema eléctrico, incluyendo los usos propios de la central.

**Energía necesaria neta:** Energía necesaria bruta menos la energía de los usos propios de la central.

**Energía:** Capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo.

**Factor de carga:** Relación entre la carga promedio durante un periodo de tiempo dado y la carga máxima registrada en dicho periodo.

**Factor de demanda:** Relación entre la demanda máxima registrada y la carga total conectada al sistema.

**Factor de operación:** Relación entre el número de horas de operación de una unidad o central entre el número total de horas en el periodo de referencia.

**Factor de potencia:** Coseno del ángulo formado por el desfaseamiento existente entre la tensión y la corriente en un circuito eléctrico alterno.

**Falla:** Anormalidad que interrumpe el servicio eléctrico.

**Fraude Eléctrico:** Manipulación de los medidores y/o acometidas por parte del consumidor a fin de lograr que sus registros sean inferiores a los que realmente deberían ser.

**Generación:** Producción de energía eléctrica.

**Línea de transmisión:** Es el conductor físico por medio del cual se transporta energía eléctrica de potencia, a niveles de tensión medios y elevados, principalmente desde los centros de distribución y consumo.

**Mantenimiento programado:** Conjunto de actividades que se requiere anualmente para inspeccionar y restablecer los equipos que conforman a una unidad generadora. Se programa con suficiente anticipación, generalmente a principios del año y puede ser atrasado o modificado de acuerdo a las condiciones de operación.

**Metrología:** Campo de los conocimientos relativos a las condiciones. Incluye los aspectos tanto teóricos como prácticos que se relacionan con las mediciones, cualquiera que sea su nivel de exactitud y en cualquier campo de la ciencia y la tecnología.

**Nodo:** (Nudo) Punto determinado donde convergen líneas de transporte de energía eléctrica.

**Patronificación:** Contraste de los patrones de mayor exactitud con los patrones de trabajo.

**Pérdidas no técnicas:** Es la energía consumida en el sistema, la cual no es facturada, excluyendo las pérdidas técnicas. Puede ser por fraude, errores o anomalías de medición, clientes autoconectados o con servicio directo.

**Potencia:** Es la capacidad de producir o demandar energía por unidad de tiempo. Se mide en vatios (W);  $1.000\text{ W} = 1\text{ kW}$ .

**Red de distribución:** Es un conjunto de alimentadores interconectados y radiales que suministran a través de los circuitos la energía a los diferentes usuarios.

**Restaurador:** Es un dispositivo utilizado para interrumpir corrientes de falla, tiene la característica de discriminar las fallas permanentes de las instantáneas a través de apertura y recierres en forma automática, bajo una secuencia predeterminada sin necesidad del interruptor del alimentador.

**Seccionador:** Es un dispositivo de seccionamiento que en caso de falla en el ramal del alimentador donde se instala, abre sus contactos automáticamente, aislando así la falla, su operación está comunicada a la del interruptor o restaurador según el caso, abre sus contactos al contar la falta de potencial tres veces.

**Sistema de distribución:** Es el conjunto de subestaciones y alimentadores de distribución, ligados eléctricamente, que se encuentran interconectados en forma radial para suministrar la energía eléctrica.

**Sistema eléctrico:** Instalaciones de generación, transmisión y distribución, físicamente conectadas entre sí, operando como una unidad integral, bajo control, administración y supervisión.

**Subestación:** Conjunto de aparatos eléctricos, localizados en un mismo lugar, y edificaciones necesarias para la conversión o transformación de energía eléctrica o para el enlace entre dos o más circuitos.

**Subestación de distribución:** Es el conjunto de dispositivos eléctricos que sirven para reducir, regular y distribuir la energía eléctrica a la red primaria de distribución.

**Subestación de transformación:** Subestación que incluye transformadores.

**Tablero de control:** Dentro de una Subestación, son una serie de dispositivos que tienen por objeto sostener los aparatos de control, medición y protección, el bus mímico, los indicadores luminosos y las alarmas.

**Tensión:** Es la capacidad de hacer circular la corriente por un conductor. Se la llama comúnmente voltaje. Se mide en voltios (V).

**Transformador:** Dispositivo que sirve para convertir el valor de un flujo eléctrico a un valor diferente. De acuerdo con su utilización se clasifica de diferentes maneras.

**Transmisión:** Sistema constituido por el conjunto de líneas, cables y subestaciones transformadoras.

## **GLOSARIO DE ABREVIATURAS**

**ANSI:** American National Standards Institute. (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares)

**B.T:** Baja Tension

**DC:** Direct Current. (Corriente Directa)

**FERUM:** Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal.

**I máxima:** Intensidad Máxima

**IEC:** International Electrotechnical Commission. (Comisión Electrotécnica Internacional)

**INEN:** Instituto Ecuatoriano De Normalización

**kV:** Kilovoltio = 1.000 voltios.

**KVA:** Kilo Volt Ampere. Es la potencia aparente.

**kW:** Kilowatt Unidad equivalente a 1.000 watts.

**kWh:** Kilowatt-hora. Unidad de energía utilizada para registrar los consumos.

**MW:** Megawatt o megavatio: Unidad de consumo de energía equivalente a un millón de vatios = 1.000 watts.

**NEMA:** National Electrical Manufacturers Association

**NTC:** Norma Técnica Colombiana

**PNT:** Perdidas No Técnicas

**S/E:** Subestación

**VATIO:** Unidad de potencia (W)

**VOLT o VOLTIO (V):** Unidad que mide la tensión. En la industria eléctrica se usa también el kilovolt (kV) que equivale a 1.000 V.

**WATT (W):** Es la unidad de potencia de la energía eléctrica. También se lo denomina vatio.