Análisis técnico y económico para la reducción de pérdidas técnicas y comerciales de la Empresa Eléctrica Manabí S.A.

Ian Oswaldo Anaguano Peréz[1], Jaime Vinicio Guilcapi Rosero[2], Guillermo David Salvatierra Cuadro[3], Adolfo Iván Salcedo Guerrero[4].

[1] Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006.
[2] Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006.
[3]Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006
[4]Director de Tesis, Ingeniero en Potencia, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1976, Master Electrical Engineering – Troy, New York-USA 1979, Master en Administración de Empresas- Escuela de Postgrado (ESPAE), Profesor de la ESPOL desde 1980.

RESUMEN

En esta tesis se estudia el estado vigente de las pérdidas técnicas y comerciales de la empresa eléctrica Manabí y sus orígenes. Las pérdidas de energía tienen mucha afinidad con la eficiencia de un sistema eléctrico por lo que su análisis debe realizarse con minuciosidad.

La infraestructura de la empresa es muy extensa ya que abarca una gran cobertura debido a que suple de electricidad aproximadamente al noventa y ocho por ciento del área de servicio.

Las pérdidas de energía han crecido en estos últimos dieciséis años, observando que en los últimos años de la década pasada tuvieron un crecimiento muy alto.

Se calculan las pérdidas técnicas en los tres sistemas diferentes que conforman la red eléctrica de la empresa con la finalidad de obtener resultados que muestren la situación actual de las pérdidas de electricidad de la empresa.

Se evalúan las pérdidas comerciales o conocidas como pérdidas no técnicas ya que sus valores sobresalen en este estudio por lo que es preciso que sean analizadas ya que representan una gran cantidad de recursos que la empresa pierde.

El sistema eléctrico se divide en sistema de subtransmisión, distribución primaria y secundaria Las pérdidas en el sistema de subtransmisión son estimadas en su absoluta totalidad, es decir se analiza todo el circuito eléctrico. Las pérdidas en el sistema primario y secundario de distribución son estimadas mediante la evaluación de una muestra o subsistema de la empresa.

Las pérdidas comerciales se dividen en pérdidas debidas al fraude y robo o hurto, y en pérdidas en los procesos administrativos. Las pérdidas por robo o hurto se calcularán escogiendo una muestra poblacional, y las de origen administrativo se resolverán seleccionando un proceso importante vigente de la empresa.

Se sugerirán posibles soluciones para reducir pérdidas de carácter técnico y comercial proponiendo mejoras en el área técnica y una reingeniería al proceso seleccionado. Además se ofrece un curso práctico de recuperación de ingresos por pérdidas de electricidad debidas al fraude y robo o hurto.

Luego se realizará la evaluación económica al proceso administrativo seleccionado, sugiriendo cambios para reducir gastos.

SUMMARY

In this thesis the effective state of the technical and commercial losses of the electrical studies company Manabí and its origins. The losses of energy have much affinity with the efficiency of an electrical system reason why their analysis must be made with meticulousness.

The infrastructure of the company is very extensive since it includes a great cover because it replaces approximately of electricity to the ninety and eight percents of the province area.

The losses of energy have evolved in these last sixteen years, observing that in the last years of the last decade had a very high growth.

The technical losses in the three different systems calculate that they conform the mains of the company to the purpose of obtaining results that show the present situation of the losses of electricity of the company.

The commercial or well-known losses like nontechnical losses are evaluated since their values excel in this study reason why it is precise that they are analyzed since they represent a great amount of resources that the company loses.

The electrical system is divided in subtransmission system, primary distribution and secondary the losses in the subtransmission system are considered in their absolute totality, is to say analyzes all the electrical circuit. The losses in the primary and secondary system of distribution are considered by means of the evaluation of a sample or subsystem of the company.

The commercial losses divide in losses due to the fraud and robbery or theft, and in losses in the administrative processes. The losses by robbery or theft will calculate choosing a population sample, and those of administrative origin they will be solved selecting an effective important process of the company.

Possible solutions will be suggested to reduce losses of technical and commercial character proposing improvements in technical area and one redesign to the selected process. In addition a practical course of recovery of income by losses of electricity is offered due to the fraud and robbery or theft.

Soon the economic evaluation to the selected administrative process will be made, suggesting changes to reduce expenses.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la mayoría de las empresas eléctricas distribuidoras del Ecuador tienen considerables inconvenientes en sus sistemas eléctricos. Unos de los problemas más importantes son las pérdidas de electricidad y en los procesos administrativos que poseen las empresas eléctricas distribuidoras, ya que se desaprovechan recursos muy significativos que podrían utilizarse para el desarrollo de los servicios.

Debido a estos fundamentos se resuelve ejecutar este proyecto dirigiéndose específicamente al análisis de pérdidas de carácter técnico y administrativo, y sus posibles soluciones, determinando llevar a cabo el estudio en la Empresa Eléctrica Manabí S.A., debido a la amplia cobertura que tiene su sector eléctrico, convirtiéndose en una de las principales empresas eléctricas distribuidoras en el país.

CAPITULO 1

DATOS DE LA EMPRESA

La Empresa Eléctrica Manabí posee una amplia infraestructura que suministra de energía cerca de 20 sectores entre cantones y parroquías. Tiene 24 subestaciones, 30 transformadores de potencia, 29 líneas de subtransmisión y 69 alimentadoras, lo que lo convierte en una Empresa con sólidos valores y con una excelente cobertura a nivel de la Provincia de Manabí.

La empresa tiene sus objetivos definidos ya que consta con el aval del Fondo de Solidaridad. La misión, visión y objetivos de la empresa son:

Misión.- Distribución y comercialización de la energía eléctrica en la Provincia de Manabí, en condiciones de excelente confiabilidad, continuidad y calidad del servicio, de tal forma que se convierte en la Organización más importante para el desarrollo socio-económico de sus clientes y región.

Visión.- Convertirse en el año 2010, en una empresa modelo del sector eléctrico ecuatoriano con los menores costos optimizados del VAD (Valor Agregado de Distribución) y que sirva eficientemente a la gran mayoría de habitantes de la Provincia de Manabí.

Objetivos estratégicos.- Los principales son los siguientes:

- Mejorar la calidad del servicio al cliente.
- Implementar un Sistema de Información Técnico -Administrativo.
- Vigorizar continuamente el Plan de Reducción de Pérdidas de Energía.
- Disminuir progresivamente la alta cartera vencida de Emelmanabí.
- Tener clara conciencia de la atención oportuna, personalizada y amable con el cliente.
- Crear todas las condiciones para que el cliente interno de la organización desarrolle sus labores en un ambiente adecuado.
- Reducción de los costos internos de operación.

La estructura organizacional vigente se establece en cinco áreas funcionales definidas de la siguiente forma:

- Área de Planificación
- Área de Relaciones Industriales
- Área Técnica
- Área Financiera
- Área comercial

Las pérdidas actuales de la empresa son en promedio 35,83% de la energía disponible en el año 2005.
Durante todo el proceso de producción, transporte y venta de la energía eléctrica, no es posible facturar toda la energía que se compra. Las causas radican en los fenómenos físicos que se presentan en la conducción y transformación de la energía eléctrica, en el hurto de energía y fraude por parte del usuario, las cuales, se presentan en todo sistema eléctrico.

Las empresas distribuidoras deben llevar registros precisos de la energía suministrada a los usuarios, con el fin de poder cobrar toda la energía suministrada a los clientes. Sin embargo, debido a errores de diversa índole, se presentan inexactitudes en el registro de los consumos, representando pérdidas para la institución. Por otra parte, es muy difícil que la empresa logre recaudar el pago de toda la energía que fue registrada. La diferencia fundamental radica en que las pérdidas técnicas si representan una verdadera pérdida de energía desde el punto de vista físico, mientras que las pérdidas comerciales representan energía que está siendo utilizada para algún fin, sin embargo la empresa no recibe pago alguno por su utilización.

CAPÍTULO 2

PÉRDIDAS TÉCNICAS Y COMERCIALES

En este capítulo mencionaremos acerca de las pérdidas de técnicas y comercialización que tiene la empresa. El objetivo en este capítulo es enunciar la clasificación de las pérdidas, formular el estado actual pérdidas en la Empresa Eléctrica Manabí y su evolución histórica. Las pérdidas técnicas son por naturaleza del circuito eléctrico por lo tanto son inevitables, sin embargo se puede atenuarlas a un valor aceptable. Las pérdidas comerciales son las que generalmente más sobresalen en una empresa debido a que se desaprovechan grandes recursos por motivos la administración de la empresa.

Las pérdidas se clasifican en pérdidas técnicas y comerciales

Las pérdidas técnicas se deben a la circulación de la corriente o flujo eléctrico en los equipos eléctricos. Su mayor concentración radica en los transformadores de potencia, distribución y en los conductores.

Cada componente del sistema (conductores, transformadores, medidores) posee una resistencia (propiedad física del material conductor) y con el paso de la corriente sobre el material conductor o componente, se produce una disipación de energía en forma de calor. La ecuación de general de pérdidas que vincula la corriente y la resistencia se expresa por : $P = I2*R$, donde:
P : Pérdidas en el elemento del sistema [W].
I : Corriente que circula a través del conductor [A].
R : Resistencia del conductor [Ω].
La corriente [I] depende de la carga o demanda del sistema y la resistencia [R] de la conductividad del material y temperatura del ambiente.
Las pérdidas técnicas se clasifican de acuerdo al tipo y causa que la produce:

<u>Según el tipo</u>: Se clasifican por pérdidas debidas al transporte y transformación de la energía.
Pérdidas por transportes: Son aquellas que se producen en las redes o conductores que transportan la energía, desde las barras de alimentación hasta el lugar de consumo. Estas redes se enuncian en los siguientes tres puntos:

- En líneas de subtransmisión
- En circuitos de distribución primario
- En circuitos de distribución secundario

Pérdidas por transformación: Son aquellas que se producen en los transformadores. Depende de la calidad técnica de los aparatos y del factor de carga de los mismos.

Pérdidas en las mediciones: Son las que se producen en los equipos y aparatos de medición. Estas incluyen a las pérdidas que se producen en los elementos de transformación (transformadores de tensión y corriente) en caso de mediciones indirectas.

<u>Según la causa</u>: Las pérdidas técnicas de este tipo se agrupan de la siguiente forma:
- Pérdidas por efecto corona
- Pérdidas por efecto Joule
- Pérdidas por corrientes de histéresis y parásitas

El sistema eléctrico para su análisis, se lo ha dividido en tres sistemas. Estos sistemas son los siguientes:
- Sistema de subtransmisión
- Sistema primario de distribución
- Sistema secundario de distribución

El sistema de subtransmisión se divide en líneas de subtransmisión y los transformadores de potencia (subestaciones).
El sistema primario de distribución se divide en líneas primarias y transformadores de distribución.
El sistema secundario de distribución se divide en líneas secundarias, medidores, acometidas y luminarias.

Las pérdidas comerciales son aquellas pérdidas que se definen como la diferencia entre las pérdidas totales de un sistema eléctrico y las pérdidas técnicas estimadas en el mismo.

Este tipo de pérdidas se clasifican en pérdidas comerciales.

Existen distintos criterios para clasificar estas pérdidas.
- Administrativas
- Fraude
- Robo o hurto

Las administrativas corresponden a la energía no registrada por problemas de gestión administrativo de la empresa prestataria del servicio, como son:
- Errores en la medición de los consumos.
- Errores en los procesos administrativos del registro de los consumos.
- Inadecuada información que produce errores y/o demoras en la facturación.
- Falta de registro adecuado de los consumos propios.
- Errores en la estimación de consumos en los casos en que por cualquier motivo no es posible registrarlos con la medición.
- Errores y/o atrasos en los registros y censos de instalaciones de alumbrado público, semáforos, cabinas telefónicas.

Las deficiencias en la gestión administrativa de las empresas llevan generalmente a un incremento de las pérdidas no técnicas que son el reflejo de la organización, recursos y esfuerzos que son empleados en la operación comercial.

Las pérdidas por fraude corresponden a aquellos casos en que a pesar de tener medición, los usuarios manipulan los aparatos de medición a fin de lograr que los consumos registrados sean inferiores a los reales.

Las pérdidas de robo y hurto se deben a la energía que es apropiada ilegalmente de las redes por usuarios que no poseen medición alguna. Se enuncian ejemplos en los siguientes puntos:

- Conexiones clandestinas (colgados) bajo o fuera de red.
- Conexiones en instalaciones provisionales no registradas (obras en construcción, circos.)

CAPÍTULO 3

DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS

En el presente capítulo se enuncian los respectivos cálculos afines con la estimación de pérdidas técnicas de potencia y energía. Declararemos la técnica que se emplea para el cálculo, la información que se requiere y los programas computacionales o simuladores que se necesitan para el análisis, los cuales, son de gran ayuda en este proyecto.

El objetivo principal en este capítulo será la evaluación de las pérdidas técnicas de potencia y energía del sistema con la finalidad de obtener respuestas que formulen el estado vigente de la red eléctrica de la empresa. Su resolución será efectuada de una forma específica y abreviada, investigando el comportamiento de los diferentes tipos de redes que conforman el sistema mediante simulaciones de flujos de potencia a través de los programas computacionales.

La metodología que se aplica será la utilización de los flujos de potencia mediante el uso de los programas Power World en el caso de Sistemas de subtransmisión y Spard Distribution para resolver sistemas de distribución primario y secundario.

En el programa Power World se calcularán en todo el sistema eléctrico de subtransmisión las pérdidas de potencia por hora obteniendo de esta forma curvas de pérdidas que representan el sistema vigente de pérdidas de la empresa, y calculando el área bajo la curva del gráfico de pérdidas que forman los puntos obtenidos en las corridas sucesivas se estiman las pérdidas de energía en el periodo de estudio. El periodo de estudio será los primeros siete meses del año 2005.

En el programa Spard Distribution se evalúan las pérdidas de potencia y energía en una muestra significativa del sistema de distribución de la empresa, debido a que el objetivo de este escrito no es calcular las perdidas en todo el sistema de distribución primario y secundario sino de proveer resultados que reflejen la situación de pérdidas técnicas en la empresa. Se evalúan las pérdidas en los sistemas de distribución primario y secundario mediante corridas de flujo balanceado utilizando el software Spard Distribution. El periodo de estudio será el mes de Junio del 2005.

Los resultados en el sistema de subtransmisión se muestran en el siguiente cuadro:

Meses	[MWh]		Pérdidas de Energía [MWh]			
	Energía Disponible	Energía Suplida	Líneas	Subestaciones		Sistema
				Cobre	Núcleo	
Enero	85.751,29	83.620,80	1.373,99	209,94	548,24	2.132,17
Febrero	74.288,59	72.558,19	1.081,05	154,57	495,18	1.730,80
Marzo	83.714,67	81.754,36	1.235,11	177,42	548,24	1.960,77
Abril	84.165,36	82.153,57	1.295,79	187,13	530,55	2.013,47
Mayo	84.242,44	82.318,86	1.180,62	194,05	548,24	1.922,91
Junio	76.214,26	74.495,92	1.018,28	169,94	530,55	1.718,34
Julio	83.804,93	82.085,48	1.018,65	155,08	548,24	1.721,97

Los resultados en el sistema primario de distribución se revelan en el siguiente cuadro:

En el alimentador:

Energía Disponible_A124	:	1´530.120 [kWh]
Pérdidas_Potencia$_{max}$	:	81,72 [kWh]
Factor_Pérdidas	:	0,62
Pérdidas_Alimentador	:	36.479,808 [kWh]
% Pérdidas_Alimentador_24	:	2,384 %

En los transformadores de distribución:

Energía Disponible_A124	:	1`551.800 [kWh]
Pérdidas_Cobre	:	9.292,95 [kWh]
Pérdidas_Núcleo	:	12.189,96 [kWh]
Total	:	21.482,91 [kWh]
% Pérdidas _Transformadores	:	1,404 %

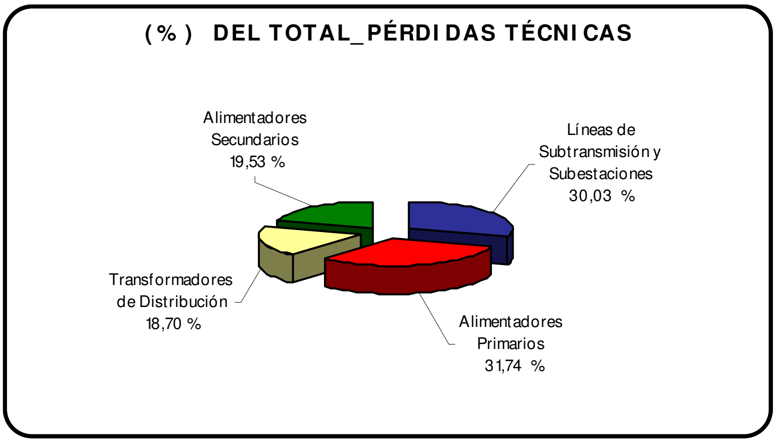
En el sistema secundario:

Energía Disponible_Aliment.24	:	1´551.800 [kWh]
Pérdidas__Potencia_Aliment.Secundarios	:	48,73 [kWh]
factor_pérdidas	:	0,64
Pédidas_Energía_Aliment.Secundarios	:	22.454,78 [kWh]
% pérdidas_secundario	:	1,467 %

Las pérdidas de energía se resumen en el siguiente cuadro:

Módulos Eléctricos	Energía Disponible Junio [MWh]	% _Pérdidas	Pérdidas Sistema [MWh]
Líneas de Subtransmisión y Subestaciones	76.214,26	2,255	1718,63
Alimentadores Primarios	74.495,92	2,384	1775,98
Transformadores de Distribución	74.495,92	1,404	1045,92
Alimentadores secundarios	74.495,92	1,467	1092,85
Total			5.633,4

En la siguiente figura y cuadro se sintetizan los cálculos :



Valor Base = 76.214,26

Elementos Eléctricos	%_Energía Disponible	%_Total_Pérdidas
Líneas de Subtransmisión y Subestaciones	2,255	30,81
Alimentador primario	2,384	31,39
Transformadores de Distribución	1,404	18,43
Alimentadores Secundarios	1,467	19,36
Total	7,510	100,0

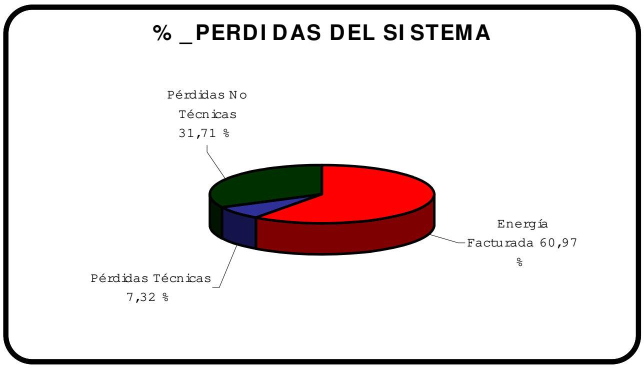
CAPÍTULO 4

DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES

En este capítulo se da énfasis al cálculo de las pérdidas no técnicas o comerciales de la empresa. Este tipo de pérdidas tienen mucha relevancia en la empresa ya que abarca un porcentaje significativo y por ende merecen ser analizadas.

Este capítulo tiene el objetivo de calcular un porcentaje que permita visualizar el estado de pérdidas comerciales de la empresa.

Otro fin de este capítulo es estudiar los procesos administrativos más importantes de la empresa mediante un estudio minucioso y detallado.
Al finalizar este capítulo se podrá apreciar la situación actual de las pérdidas comerciales, los procesos administrativos vigentes, el estado de los medidores de energía eléctrica de una población significativa. En el siguiente gráfico se resumen los resultados del estudio de pérdidas técnicas y comerciales de energía.



Para evaluar las pérdidas administrativas se elige el proceso de contratación de nuevos servicios. En la siguiente tabla se resume el proceso de la empresa:

Resumen del proceso		
Paso	# de Pasos	Minutos
Operación ○	12	2947
Transporte →	12	455
Demora D	7	100
Inspección ▭	5	61
Almacenaje ▽	5	740
Total	41	4303

Eficiencia = 68.49 %

CAPÍTULO 5

ESTRATEGIAS SUGERIDAS PARA REDUCIR PÉRDIDAS TÉCNICAS Y COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MANABÍ S.A.

En el presente capítulo se dan a conocer estrategias para reducir pérdidas técnicas y comerciales en la Empresa Eléctrica Manabí S.A. Las pérdidas técnicas pueden reducirse mediante un mejor diseño del sistema eléctrico de distribución. Las pérdidas comerciales se pueden reducir mejorando los procesos administrativos.

Se sugieren dos métodos para reducir pérdidas técnicas a saber:

- Cambio de calibre del conductor en alimentadores de distribución.
- Instalación de capacitores en redes de distribución

Se sugieren dos estrategias para reducir pérdidas comerciales a saber:

- Reingeniería en el proceso de contratación de nuevos servicios.
- Programa de actividades para la recuperación de ingresos.

CAPÍTULO 6

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se realizará la evaluación económica del proceso de contratación de nuevos servicios de la empresa .
Se obtuvo los datos físicos de los medidores solicitados por causa de nuevos servicios, sus costos, los sueldos de los empleados que operan en el proceso. Con esos datos se procedió a realizar el análisis económico del proceso de contratación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las pérdidas de eléctricas tienen grave influencia en la operación del sistema, ya que se ha evidenciado que perjudican substancialmente los costos en la operación y mantenimiento del servicio y causan perjuicios a las empresas eléctricas distribuidoras.

- Previo a optimizar el estado de pérdidas en un sistema eléctrico es necesario realizar evaluaciones técnicas y económicas minuciosas mediante procedimientos factibles y acordes a la causa.

- Es importante realizar un estudio de pérdidas técnicas debido a que sus resultados corroboran las decisiones de posibles implementaciones de elementos o módulos en una red eléctrica de manera óptima y económica.

- Las pérdidas de energía en el Sistema Eléctrico de Manabí, durante los últimos 20 años, han sido sustancialmente altas en comparación con las otras Empresas Eléctricas del País y más aún si se consideran los índices de pérdidas de las Empresas Latino Americanas y Europeas.

- Las empresas eléctricas distribuidoras deben ejercer constantemente proyectos para la determinación, regulación y optimización de pérdidas técnicas y comerciales debido a que es de vital importancia para la recuperación económica y financiera de la Empresa.

- En la actualidad existen programas computacionales que permiten realizar simulaciones para calcular y optimizar pérdidas de potencia y energía en un sistema eléctrico, los cuales, facilitan la decisión a tomar.

- Las pérdidas técnicas y comerciales en la Empresa Eléctrica Manabí S.A. en el mes de Junio 2005 resultó un valor de 29.747,71 [MWh], que concierne al 39,03% de la energía disponible del sistema, del cual el 7,32 % corresponden a las pérdidas técnicas, y el 31,71 % a las pérdidas comerciales.

- La demanda máxima del sistema eléctrico es a las 8 p.m. en los días laborables, sábados y domingos.

- La regulación de voltaje del sistema de distribución de la Alimentadora #24 "Los Esteros" es de 3.22 %, es decir, los voltajes son viables y factibles, lo que implica la no necesidad de añadir bancos de capacitores.

- Ninguna de las secciones primarias del Alimentador #24 no se encuentran sobrecargadas por lo tanto no se requiere cambiar ninguna sección de la alimentadora.

- Debido a la regular eficiencia que existe en el proceso estudiado cuyo valor fue 68.49%, se realizó un análisis de reingeniería con el fin de incrementarla, y mejorar el servicio que la empresa brinda. Con el método de reingeniería planteado se llegaría a obtener una eficiencia en el área de Contratación del 85.58% en la zona residencial Urbana.

- Generalmente las causas de las pérdidas comerciales se dan por abonados residenciales que tienen instalaciones clandestinas lo cual estos consumos no son facturados.

- Se sugiere realizar una campaña masiva para la instalación de medidores de energía, ya que existe muchos abonados directos y medidores en mal estado, concientizar a la opinión pública en general, y a los usuarios en particular, sobre el delito que significa el hurto de energía.

- El mejoramiento del proceso de contratación ha permitido una mejor relación de costo – beneficio del 0.55 frente al 0.37 del proceso original. A pesar de no llegar a una relación deseable, debido que la finalidad no es negociar el medidor, sino implementarlo como un instrumento de control de registro de energía para obtener una mejor recaudación del servicio prestado, y conseguir disminuir las pérdidas comerciales.

- Para obtener una mejor eficiencia se redujo personal para agilitar el proceso de contratación de nuevo servicio, y permitiendo un ahorro de gasto operacionales en este proceso de $ 7608.00

- La demanda máxima del sistema eléctrico es a las ocho pm. en los días laborables, sábados y domingos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administración financiera corporativa, Douglas r. Emery , John d. Finnerty, capítulo 3, páginas 112-123.
2. Comité Nacional Ecuatoriano de la Comisión de Integración Eléctrica Regional – ECUACIER. Tema solicitado, "Metodología para la determinación de las pérdidas técnicas de energía eléctrica", Año XI N^0 42 junio 1999, capítulo 6.
3. Load characteristics, Westinghouse distribution system, capítulo 3, páginas 19-45.
4. Energy Computer Graphics Ltda. Guías solicitadas: Manual de Inicio, Especificación Técnica, Descripción del Producto.
5. Departamento de Planificación, Emelmanabí.
6. Departamento Comercial, Emelmanabí.
7. Departamento Técnico, Emelmanabí.