"PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA CENTRALIZADO DE MEDICIÓN ELECTRÓNICA DE ENERGIA ELÉCTRICA EN EL CANTÓN YAGUACHI"

Víctor Acosta Villacís[1], Jorge Flores Macías[2]

[1]Ingeniero Eléctrico en Potencia 2005; email : victoracostavilla@hotmail.com
VACOSTA@eemca.com.ec
[2]Director de Tesis, Ingeniero en Electricidad especialización Potencia, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 198. Master of Engineering, Rensseber Polytechnic Institute (USA), 1982. Profesor de ESPOL desde 1982., email : jflores@espol.edu.ec

RESUMEN

La presente tesis tiene por objeto el desarrollo de un proyecto de reducción de pérdidas no técnicas de energía eléctrica de una Empresa Eléctrica de Distribución aplicado en particular a la Empresa Eléctrica Milagro C.A., Para efecto del desarrollo de la misma, se escogió una población urbano-marginal del área de concesión de la EEMCA como es el cantón Yaguachi, la cual es una de las zonas más conflictivas por su alto índice de hurto de energía.

Se ha tomado en consideración una alternativa de carácter técnico que controlen las infracciones y permitan una facturación y recaudación eficiente, esto es la aplicación de un ***SISTEMA CENTRALIZADO DE MEDICION ELECTRÓNICA****. En primer lugar se evaluó las pérdidas de energía histórica y actual de la EEMCA y de la ciudad de Yaguachi, para luego realizar un análisis técnico de su viabilidad considerando las ventajas y desventajas para posteriormente evaluarla desde el punto de vista económico obteniendo parámetros que nos permitan tomar decisiones inmediatas, bajo el marco legal y jurídico que garanticen el desarrollo del mismo.*

RESUME

The present thesis has for objective the execution of not technical losses reduction project of electric energy at an Electric Utility of Distribution particularly applying to the Milagro Electric Power Utility A.C., for effect of the execution of it, a urban-marginal population had been selected of the concession area of the M.E.E.A.C. like Yaguachi canton, witch is one of the more conflictive zones because its high rate of energy stealing.

Had been taken in consideration an alternative of technical character that controls the infractions and permit an efficient invoicing and collection of taxes, this is the application of a ELECTRONIC MEASURING CENTRALIZED SISTEM. The historic and the actual

MEEAC and Yaguachi city energy loses had been evaluated in first place, to later realize a technical review of its viability considering the advantages and disadvantages to lastly permit us to take immediately decisions, under the legal and juridical framework that guarantee the execution of it.

CONTENIDO

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MILAGRO C. A.

Características Generales De La Empresa

El Sistema Eléctrico Milagro con un área de servicio de 5.557 Kilómetros cuadrados está constituido por líneas de subtransmisión, subestaciones de distribución, líneas primarias de alimentación y redes de distribución primarias y secundarias, teniendo como área de influencia a diferentes poblaciones de la Provincia del Guayas, Los Ríos y de Cañar, a través de 11 subestaciones propias con una capacidad instalada de 125 MVA y una subestación particular con una capacidad instalada de 5MVA.

La Empresa cuenta aproximadamente con 100,000 clientes hasta la emisión de Octubre/2004. Con el propósito de facturar la energía consumida por sus usuarios, la Empresa ha establecido categorías dentro de las cuales ubica a los abonados sobre la base de sus niveles de tensión. Esta clasificación refleja implícitamente el nivel socioeconómico de los abonados, el cual se presenta en la Tabla I.

<u>CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS A OCTUBRE/2004</u>
Tabla I

Nivel Tensión	Categoría	Número Clientes	Consumo (Kwh)	Demanda (Kw)
Baja	Asistencia Social	36	14.383	0
Baja	Autoconsumo	10	2.969	0
Baja	Ben. Público con Dem.	2	3.979	12
Baja	Beneficio Público	702	101.730	0
Baja	Bombeo de Agua	56	40.751	22
Baja	Comercial	13.018	2.178.045	9
Baja	Comercial con Demanda	17	41.686	126
Baja	Entid. Ofic. con Demanda	8	17.841	30
Baja	Entidades Oficiales	221	51.050	0
Baja	Industrial Artesanal	120	33.585	13
Baja	Industrial con Demanda	7	8.187	6
Baja	Alumbrado Público	79	1.327.754	3.316
Baja	Residencial	85.917	6.648.906	0
		100.193	10.470.866	3.709
M/A D.H.	Comercial	25	1.481.771	3.982
M/A D.H.	Industrial con DH	10	822.470	808
		35	2.304.241	4.790
Media	Asis. Social con Dem.	11	147.951	226
Media	Autoconsumo	15	53.022	111
Media	Ben. Público con Dem.	18	107.640	176
Media	Bombeo de Agua	53	892.829	865
Media	Comercial	414	1.068.700	2.479
Media	Entid. Ofic. con Demanda	50	449.055	739
Media	Escenarios Deportivos	1	2.690	0
Media	Industrial con Demanda	62	643.069	2.875
	Totales por Nivel de Tensión:	624	3.364.956	7.471
	TOTALES:	**100.852**	**16.140.063**	**15.970**

Revisión De Las Perdidas De Energía Eléctrica De La EEMCA.

El control de las pérdidas de energía eléctrica es y ha sido preocupación permanente de todos los sectores de la Empresa, ya que el alto costo de éstas incide directamente en su economía y en sus planes de expansión. Siendo ésta la razón por la que uno de los principales objetivos del plan de trabajo de la Empresa, es la evaluación técnica y económica de las pérdidas en cada etapa funcional del sistema eléctrico, a continuación en el Gráfico 1, se presenta la evolución histórica y actual de las pérdidas de la EEMCA.

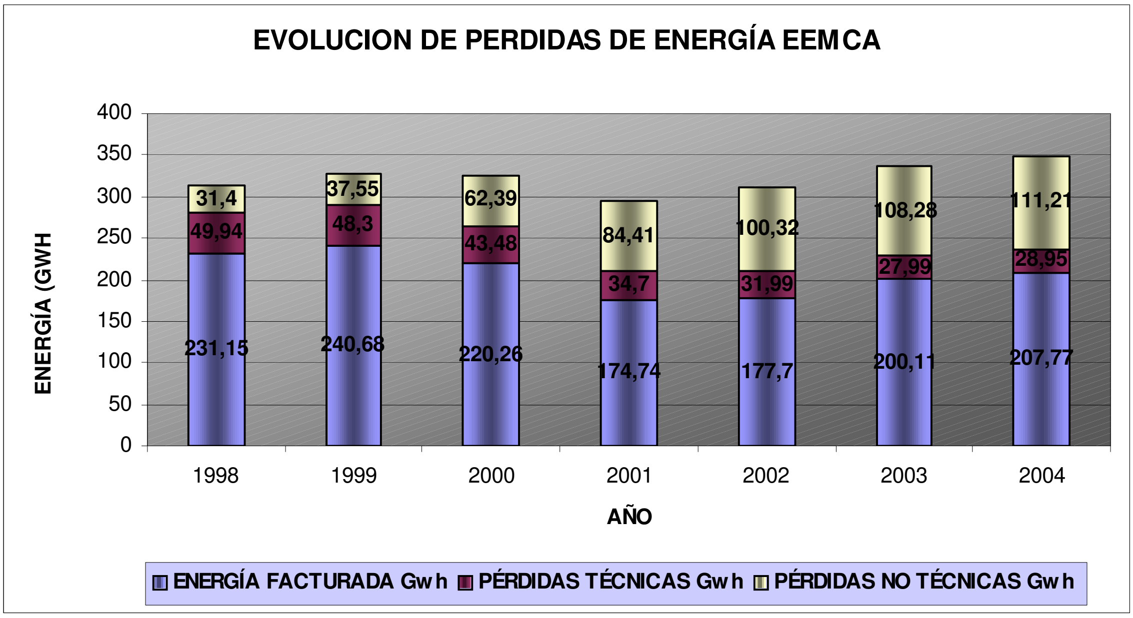


Gráfico No. 1

Evaluación Económica

El valor total de las pérdidas de energía en porcentaje, para cada año observado, estuvo por encima del 11 %; valor que se considera como aceptable de pérdidas. Con la finalidad de mostrar el perjuicio económico ocasionado a la EEMCA por el exceso de pérdidas, se ha elaborado el siguiente cuadro considerando el precio medio de venta de energía (US $ / Kwh.) para cada año.

<u>PERJUICIO ECONOMICO OCASIONADO A LA EEMCA PRODUCTO DE LAS PERDIDAS DE ENERGÍA.</u>
Tabla II

AÑO	PERDIDAS OBTENIDAS (GWH)	PERDIDAS ACEPTABLES (GWH) - 11%	EXCESO DE PERDIAS (GWH)	PRECIO VENTA (US$/100 XKWH)	COSTO EXCESO (MILLONES US$)
1998	81.34	34.37	46.97	5.14	2.41
1999	85.85	35.92	49.93	4.57	2.28
2000	105.87	35.87	70.00	4.13	2.89
2001	119.11	32.12	86.99	7.62	6.63
2002	132.31	34.10	98.21	10.27	10.09
2003	136.27	37.00	99.27	10.74	10.66
2004	140.16	38.27	101.89	10.28	10.47
TOTAL			**352.10**		**45.43**

Pérdidas De Energía En El Resto De Empresas Eléctricas Del País.

Para tener una idea más clara del índice de pérdidas de la EEMCA se procedió a comparar este valor con los índices obtenidos en el resto de las Empresas Distribuidoras del país para el primer semestre del año 2004; en la tabla III se presentan los balances de las 20 Empresas Eléctricas de Distribución.

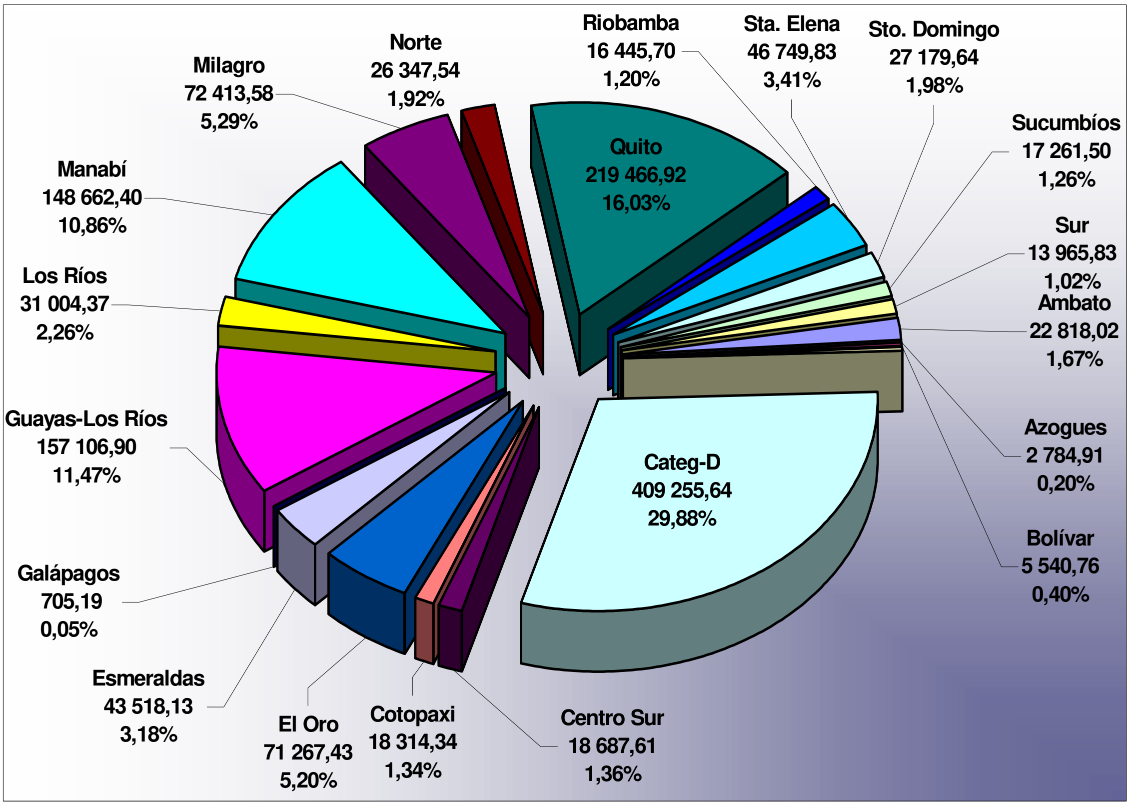
PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EMPRESA DISTRIBUIDORA EN EL PRIMER SEMESTRE DE 2004

Tabla III

Empresa	Disponible (MWh)	Pérdidas Técnicas (MWh)	Pérdidas Técnicas (%)	Pérdidas No Técnicas (MWh)	Pérdidas No Técnicas (%)	Pérdidas Totales (MWh)	Pérdidas Totales (%)
Ambato	184.390,44	18.176,55	9,86	4.641,47	2,52	22.818,02	12,37
Azogues	40.552,56	1.417,62	3,50	1.367,29	3,37	2.784,91	6,87
Bolívar	24.247,48	3.149,63	12,99	2.391,13	9,86	5.540,76	22,85
Categ-D	1.685.744,98	159.239,92	9,45	250.015,71	14,83	409.255,64	24,28
Centro Sur	276.584,44	17.816,47	6,44	871,15	0,31	18.687,61	6,76
Cotopaxi	95.364,06	12.626,20	13,24	5.688,14	5,96	18.314,34	19,20
El Oro	236.272,84	24.624,83	10,42	46.642,60	19,74	71.267,43	30,16
Esmeraldas	149.819,78	19.091,15	12,74	24.426,97	16,30	43.518,13	29,05
Galápagos	10.694,98	447,52	4,18	257,68	2,41	705,19	6,59
Emelgur	379.308,39	40.244,62	10,61	116.862,28	30,81	157.106,90	41,42
Los Ríos	111.255,92	12.349,09	11,10	18.655,28	16,77	31.004,37	27,87
Manabí	427.567,91	57.342,80	13,41	91.319,60	21,36	148.662,40	34,77
Milagro	**178.578,39**	**16.213,47**	**9,08**	**56.200,11**	**31,47**	**72.413,58**	**40,55**
Norte	169.079,80	16.433,47	9,72	9.914,07	5,86	26.347,54	15,58
Quito	1.374.363,90	141.210,45	10,27	78.256,47	5,69	219.466,92	15,97
Riobamba	83.654,01	8.003,32	9,57	8.442,37	10,09	16.445,70	19,66
Sta. Elena	150.021,46	11.906,43	7,94	34.843,40	23,23	46.749,83	31,16
Sto. Domingo	136.138,56	10.482,67	7,70	16.696,97	12,26	27.179,64	19,96
Sucumbíos	48.692,04	8.287,38	17,02	8.974,11	18,43	17.261,50	35,45
Sur	90.942,38	12.278,02	13,50	1.687,81	1,86	13.965,83	15,36
Total	**5.853.274,33**	**591.341,62**	**10,10**	**778.154,61**	**13,29**	**1.369.496,23**	**23,40**

Para una mejor ilustración de las pérdidas de energía en la Empresas Distribuidoras del País, se presenta a continuación el Gráfico No.2 de pastel indicando las pérdidas de energía totales y el porcentaje que ésta representa con respecto al total registrado a nivel nacional.

PÉRDIDAS TOTAL DE ENERGÍA DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DEL ECUADOR EVALUADAS EN EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2004.



Los porcentajes de la tabla son con respecto a la energía disponible por el Distribuidor y los del gráfico se refieren a la pérdida total nacional de energía.

Gráfico No.2

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS

Definición Del Problema

En la EEMCA la mayoría de sus clientes son del tipo residencial urbanos, rurales y marginales que representan aproximadamente el 85%, y del tipo comercial que representan el 13% de los abonados de la Empresa. El sistema secundario es predominantemente del tipo aéreo desnudo, permitiendo esto la facilidad para las conexiones directas; además que el mismo sistema cuenta con un tipo de medición de energía electromecánica, donde el registro de esta es adulterado de varias maneras. De tal forma que ambas arbitrariedades crean un déficit energético y financiero a la Empresa.

Marco De Estudio

En toda el área de concesión de la EEMCA existe un nivel de pérdidas negras muy elevado, anotando entre las zonas más vulnerables y conflictivas al cantón Yaguachi, la cual se encuentra servida desde el 28 de Junio de 2003 por una alimentadora desde la Subestación del mismo nombre, comprendiendo la zona urbana y rural de la misma.
De manera general, el Cantón consta de aproximadamente 246 manzanas las mismas que suman 4.265 solares agrupando cerca de 13,315 habitantes, de acuerdo al último censo 2001 efectuado por el INEC.
Como referencia de la actual situación, la EEMCA realiza los cortes y las reconexiones únicamente en la zona céntrica de Yaguachi ya que en las zonas marginales se han presentado casos de violencia y atentados criminales contra los empleados de la Empresa. Este es el motivo por lo cual el robo de energía es más grande en esta zona.

Determinación del Déficit Energético del Sector

A fin de mostrar el déficit en la facturación dentro de este Cantón se consideró obtener el balance energético de la alimentadora Yaguachi de la S/E Yaguachi para el mes de Octubre de 2004, la misma que cubre la demanda de la zona urbana y rural de Yaguachi.
Se procedió a obtener la medición de la energía de salida en el alimentador Yaguachi y también el consumo facturado de la zona urbana y rural de Yaguachi y adicional el consumo industrial de algunos Usuarios Especiales debido a que se sirven de la misma subestación, para así obtener la diferencia entre la energía medida y la energía facturada en este alimentador, la cual se presenta a continuación en la Tabla IV.

DÉFICIT DE FACTURACIÓN GLOBAL PARA OCTUBRE-2004
Tabla IV

DESGLOSE	***Energía (KWH.)***	***Numero Abonados***
Medidor Alimentador Yaguachi	*1,087,108*	*4,133*
Facturación Ciclo Urbano Yaguachi	*406,865*	*2,850*
Facturación Ciclo Rural Yaguachi	*68,446*	*1,245*
Facturación Usuarios Especiales de Zona	*178,897*	*38*
DÉFICIT FACTURACIÓN GLOBAL	***432,900***	***-***

Una vez encontrada la pérdida global de facturación de la energía que sale de la S/E, de ella debemos diferenciar que se encuentra compuesta - como sabemos- de pérdidas técnicas y no técnicas. Así, tenemos que del global de pérdidas, un 14% es debido a pérdidas técnicas y un 86% a causas no técnicas (dato proporcionado por la Dirección de Planificación de la EEMCA), así mismo, tomando en cuenta la experiencia de los encargados del control de pérdidas de la Empresa y la cantidad de usuarios en las rutas externas, se considera el grado de contribución del total de pérdidas no técnicas producidas dentro del área de estudio, en un 17% de déficit por las rutas externas y un 83% de déficit por la ciudad de Yaguachi.
Luego de tomar en cuenta las consideraciones anteriores y aplicándolo para obtener las pérdidas en la ciudad, los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

PÉRDIDAS DE ENERGÍA NO TÉCNICAS DE YAGUACHI A OCTUBRE-2004

Tabla V

Localización Pérdidas	*Pérdidas No Técnicas (Kwh/mes)*
Nivel Alimentador Yaguachi	*372,294*
Ciclo 49(Especiales) y Ciclo 62(Rural)	*63,290*
Ciudad de Yaguachi	***309,004***

Localización De Las Pérdidas.

A continuación se presenta en la tabla VI, las diferentes infracciones cometidas con sus respectivos códigos de observación utilizados también durante la toma de lectura, del censo de medidores realizado en el mes de Febrero/2004, en la Zona Urbana de Yaguachi.

INFRACCIONES MAS COMUNES EN YAGUACHI SEGUN CENSO FEB/04

Tabla VI

COD.	CONCEPTO DEL CODIGO	TOTAL	%
00	**Sin Novedad**	**1.128**	**30,90**
01	Medidor No Marca	8	0,22
02	Medidor en el Interior	147	4,03
03	Medidor con Giro al revés	0	0,00
04	**Medidor sin Sello de Bornera**	**438**	**12,00**
05	Medidor Abandonado	4	0,11
06	Medidor Instalado Alto	58	1,59
07	Puerta Cerrada	38	1,04
08	**Medidor no Existe en el Sitio**	**519**	**14,22**
09	Med.Retirado por Empresa Revisión	1	0,03
10	Med.cediendo a terceros	0	0,00
11	Acometida Clandestina	33	0,90
12	Acometida sin uso retirarla	0	0,00
13	Med.Cortado,Abonado Directo	83	2,27
14	Med.con Vidrio Roto	20	0,55
15	Medidor por caerce	5	0,14
16	Med.buen estado,No consume	0	0,00
17	Med.con Relojería Descalibrada	0	0,00
18	Instalación de med.Clandestino	0	0,00
19	Inconsistencia de Lectura	0	0,00
20	Lectura No Tomada	0	0,00
21	Acometida Picada	34	0,93
25	**Directo no Consta en el Catastro**	**929**	**25,45**
26	Medidor Obsoleto	0	0,00
27	Medidor Guardado, Directo	3	0,08
31	Medidor Cortado,sin Energía	0	0,00
40	Med.sin Sello en el Suncho	68	1,86
41	Med.Mal Estado No se puede tomar	2	0,05
42	Medidor sin Tapa Bornera	129	3,53
51	Medidor Colocado al Revés	4	0,11
71	Digitos de med.entre 2 números	0	0,00
72	Med.Guardado Abon.sin Energía	0	0,00
90	Med.Retirado,Directo meses	0	0,00
TOTAL		**3.651**	**100,00**

*Podemos apreciar que una de las novedades más preocupantes son las **Conexiones Directas,** que representan el 25.45% del universo, existe reportado también una gran cantidad de usuarios con el código "08" **(Medidor No Existe)**, esto se debe, a que los usuarios en esta zona al verse con una deuda impagable, proceden a retirarlos sin ninguna autorización de la Empresa y luego solicitan un nuevo servicio a nombre de otro miembro de la familia aduciendo que son inquilinos o simplemente se conectan en forman directa, a esto se suma el alto porcentaje de **adulteraciones en los medidores** y las invasiones en la periferia del Cantón.*
En el Sistema de la EEMCA, actualmente existen catastrados en la zona urbana de Yaguachi, un total de 2,850 abonados, a Octubre/2004.

Propuesta De Solución Al Problema Presentado.

El principal problema a ser resuelto son las conexiones directas a la red que, son hechas sin ningún cuidado, atravesando casas y árboles; representando un constante peligro para quienes las maniobran además de causar serios daños al sistema eléctrico del sector y perjudicar a quienes cumplen con las obligaciones contraídas con la Empresa.

*Se ha tomado en consideración una alternativa de carácter técnico que controlen las infracciones y permitan una facturación eficiente esto es la aplicación de un **SISTEMA CENTRALIZADO DE MEDICION ELECTRÓNICA**. En primer lugar se evaluará técnicamente su viabilidad considerando las ventajas y desventajas para posteriormente evaluarla desde el punto de vista económico obteniendo parámetros que nos permitan tomar decisiones inmediatas.*

Este sistema cuenta con medidores inteligentes y programables, permiten obtener la información(consumo acumulado de energía) de una manera rápida y precisa, así como también en una forma programada y eficaz, suspender servicios individuales por concepto de deudas, o restablecer el servicio en caso de reconexión (pago de deuda), similar al actual sistema telefónico, sin necesidad de desconectar o conectar medidor, retirar e instalar acometida, así mismo consta de varios Concentradores Secundarios donde van alojados los medidores tipo Shunt y un Concentrador Primario que es el encargado de colectar toda la información de los medidores a través un cable de comunicación, los cuales se ilustran en los siguientes gráficos.

<u>CONCENTRADOR SECUNDARIO</u>

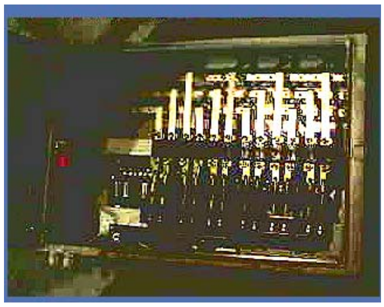


Figura No. 3

CONCENTRADOR PRIMARIO

Figura No. 4

MEDIDOR TIPO SHUNT

Figura No. 5

Evaluación De Costos De Operación Y Construcción Del Proyecto

Una vez presentada la propuesta de solución, se procedió a la evaluación económica de la inversión y el costo de operación de la misma, para luego comparar con los costos de operación actual y la cuantificación de las pérdidas existentes como producto de las infracciones antes indicadas, es decir comparando dos escenarios "Con el Proyecto" y "Sin el Proyecto", :

Escenario Sin El Proyecto

Con el valor de energía no facturada encontrada y mediante la tarifa de venta del mercado se evaluará la pérdida económica de la Empresa por la no-facturación de la energía consumida.
Se ha considerado como tarifa de venta el precio real de la energía en el valor de 10.28 centavos por kilowatio-hora consumido (0.1028 Usd/Kwh). Esta tarifa es la que el CONELEC a aplicado para el año 2004 tomando en cuenta que las tarifas se han estabilizado hasta Noviembre del 2005. Se considera este tiempo como válido para la implementación del proyecto a realizarse.
A continuación se muestra el respectivo perjuicio económico:

PERJUICIO ECONÓMICO POR PÉRDIDAS EN LA CIUDAD DE YAGUACHI
Tabla VII

Infracción	***Déficit Energía (Kwh/año)***	***Perdida de Ingresos (Usd/año)***
Conexiones Directas	*3,026,400*	*311,114*
Conex. Directa con medidor	*130,800*	*13,446*
Adulteración del medidor	*489,780*	*50,349*
Otras Infracciones	*61,020*	*6,273*
Total	***3,708,000***	***381,182***

Los costos de comercialización se deben a la lectura de consumos y entrega de planilla, corte y reconexión.
En el proceso se toma en consideración los desembolsos anuales por lectura, procesamiento de la lectura, los costos de emisión de facturas, corte y reconexión y medios y herramientas a utilizarse para dicho propósito.
Los costos del proceso de toma de lectura de medidores se han obtenido tomando en cuenta la terciarización de este servicio por la Empresa. Estos costos y demás gastos que incurren en el proceso de corte y reconexión, se los presenta en el siguiente cuadro:

COSTO DE OPERACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE COMERCIALIZACION EN LA CIUDAD DE YAGUACHI
Tabla VIII

Descripción	*Clientes*	*Costo*
	Cant.	*(Usd/año)*
Costo de Operación	*2,850*	*79,831*
Tiempo Total Empleado	*11 días*	

Escenario Con El Proyecto

Los montos necesarios para la implementación física del sistema, cubre tanto los costos directos e indirectos y otros gastos, incluyendo la mano de obra y arreglo de la instalación, entendiéndose como costos directos lo relacionado a valor de los equipos y materiales (CP, CS, Medidores tipo Shunt, Cable antihurto, Cable M.T. Transformadores, etc.), así como también lo relacionado a la mano de obra para la instalación de los equipos y remodelación de circuitos e instalaciones; y costos indirectos corresponden a los viáticos, transporte, imprevistos y gastos administrativos.
En la siguiente tabla se presenta el monto de la inversión necesaria de implementación de este sistema.

INVERSIÓN DEL SISTEMA CENTRALI ZADO
Tabla IX

Descripción	Costo/Cliente	Clientes	Total
Eq.del SMC	$ 120	3283	393.960
Compra de Mat.y Eq. Adic.			149.707
Mano de Obra			30.000
Total Gastos Directos			573.667
Total Gastos Indirectos			91.030
	TOTAL US $		**664.697**

Dentro de los costos de comercialización se presentan la variación con respecto a los costos incurridos actualmente.

Para el sistema centralizado se excluiría el costo de la toma de lectura y el costo por corte y reconexión debido a que:

- ✓ *Los costos de lectura al abonado se evitan debido a la recepción de datos de manera remota a través del cable de comunicación al concentrador primario.*
- ✓ *Así mismo el corte y la reconexión se la efectúa en forma remota.*
- ✓ *Los costos de procesamiento, emisión, entrega y cobro de la facturación se mantienen ya que este proyecto no se implementa con una facturación en línea.*

El costo de operación del nuevo sistema es el siguiente y presentamos su variación al valor actual:

COSTO DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE COMERCIALIZACION CON EL SMC EN LA CIUDAD DE YAGUACHI

Tabla X

Descripción	*Clientes Cant.*	*Costo (Usd/año)*
Costo de Operación	***3,156***	***6,076***
Tiempo Total Empleado	***2 días***	

Beneficios Por Reducción Pérdidas.

En esta parte se cuantificará la reducción de pérdidas por la normalización de las situaciones anómalas. Los beneficios encontrados son los siguientes:

- ✓ *Facturación adicional no registrada a los infractores por ser el sistema seguro contra cualquiera de las infracciones encontradas.*
- ✓ *Existirá un beneficio único en el primer año por el cobro de consumos no registrados por parte de la Empresa a los usuarios con conexión directa.*

Para el efecto se ha considerado la costumbre de uso de los usuarios, ya que una vez registrados sus consumos en forma real, éstos procederán a reducirse ya que ahora si le cuesta al usuario que estaba en Conexión Directa, teniendo como referencia un consumo promedio de energía de 167 Kwh/mes.
Un resumen de los beneficios del sistema es el siguiente:

BENEFICIO ANUAL POR ENERGÍA DEL SISTEMA CENTRALIZADO DE MEDICION.

Tabla XI

Infracción	*Cant.*	*Energía (Kwh/año)*	*Ingreso (Usd/año)*
Conexiones Directas	*970*	*1,943,880*	*199,830*
Conex. Directa con medidor	*109*	*9,156*	*941*
Adulteración del medidor	*907*	*76,188*	*7,832*
Otras Infracciones	*113*	*43,392*	*4,461*
Total Anual	***2099***	***2,072,616***	***213,064***

Existen además dos beneficios adicionales para el primer año de operación. El primero debido al cobro de los consumos no registrados en los usuarios directos. El valor que fue considerado estima un periodo de 6 meses con un consumo de 100 Kwh y a una tarifa real promedio de 10.28 centavos de dólar. El segundo por la recuperación de los medidores que fueron retirados y reparados y que servirán para ser instalados en otro lugar del sistema.

BENEFICIO UNICO: AÑO 1

Tabla XII

Cobro de Consumos no Registrados	***$,59,830***
Por recuperación medidores	***$ 13,300***
TOTAL	***$ 73,130***

Evaluación Final De Los Resultados

Una vez determinados los beneficios y realizados los cálculos correspondientes a los indicadores económicos se obtiene el flujo de inversiones versus los beneficios producidos por la reducción de pérdidas y los ahorros en costos de operación, generando valores numéricos denominados "medidas de valor" que consideran inherente el valor del dinero en el tiempo, es decir considera el hecho de que el dinero hoy vale una suma diferente en el futuro.

Se presenta entonces un análisis financiero del proyecto para un período de 5 años, convirtiendo a unidades comunes en dólares todos los beneficios positivos, negativos y costos identificados, es decir a un valor presente, valor anual o valor futuro equivalente, pero todos deben estar expresados en las mismas unidades, optando en particular por el valor presente para luego calcular la razón Beneficio – Coto (B/C); teniendo en cuenta que una razón B/C mayor o igual a 1 indica que el proyecto evaluado es económicamente ventajoso.

De igual forma se realiza el cálculo de la valoración de la Tasa Interna de Retorno (TIR), la misma que es un indicador de la rentabilidad del proyecto en un plazo determinado.

Y por último se determina el Período de Recuperación del Capital, la misma que nos indica el tiempo estimado en la cual el proyecto aplicado rinde sus beneficios y cubre con la inversión inicial del mismo. Un resumen de los resultados se presenta en la siguiente tabla.

PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SISTEMA CENTRALIZADO

Tabla XIII

Proyecto	***Inversión***	***Valor Presente Beneficios***	***R.B/C***	***TIR***	***PRC Meses***
Sistema Centralizado	***$ 664,697***	***$ 1,099,213***	***1,85***	***37%***	***22.16***

Del cuadro anterior podemos anotar que el proyecto es considerado rentable de acuerdo a los índices antes mencionados en la cual considera que básicamente la Relación Beneficio-Costo (B/C) mayor a uno, siendo para el caso en particular R. B/C = 1.85; resultando un período estimado de recuperación de la inversión de 22,16 meses, además se tiene que éste representaría un porcentaje de pérdidas recuperado de 1.07% sobre la base de 347 Gwh comprados en el 2004.

Por otro lado, el hecho de no ejecutarse un programa de reducción de pérdidas provocaría un aumento considerable de las pérdidas de energía eléctrica, ya que en la actualidad existe un perjuicio económico por pérdidas no técnicas de US $ 381,182 (Trescientos ochenta y un mil ciento ochenta y dos 00/100 Dólares), producto del déficit anual de energía eléctrica provocada por las infracciones antes mencionadas de 3,708,000 Kwh/año, el mismo que tiende a incrementarse por el alto índice de contravenciones existentes en el sitio.

Es por eso, entonces que se debe aplicar de manera Urgente el Proyecto de Construcción del Sistema de Medición Centralizada en el Cantón Yaguachi, considerado este sitio, uno de los más conflictivos dentro del área de concesión de la EEMCA, para luego partiendo de las experiencias y recursos generados del mismo, sea aplicado en otros lugares no sólo de la EEMCA sino de las demás Empresas Eléctricas del país las cuales se encuentran afectadas por el mismo inconveniente e incluso en mayor proporción.

CONCLUSIONES

Una vez concluido el presente trabajo referente a la implementación de un proyecto para la reducción de pérdidas no técnicas se procederá a citar las conclusiones más importantes dentro del mismo.

La EEMCA pierde grandes cantidades de energía y de dinero anualmente, por no implementar un programa real de reducción de pérdidas de energía, alcanzando en los últimos años valores de hasta 140 GWh que representan el 40.28% de pérdidas totales de energía para el año 2004 equivalentes a US $ 11,000,000 (Once millones, 00/100 Dólares) aproximadamente. 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.

El hurto de energía, ya sea de manera directa en usuarios sin medidor o a través de infracciones en los equipos de medición o desvío de la energía, provoca desbalances energéticos que inciden en la facturación de la Empresa. La ciudad de "YAGUACHI" es un foco de pérdidas de energía que debería ser tratado de manera diferente al resto de la población por su alto índice de pérdidas de energía, situándose para el mes de Octubre/2004 en alrededor del 40% con respecto a la energía suministrada a través del alimentador del mismo nombre. Estos valores reflejan la situación que atraviesa la Empresa y los controles que tienen sobre sus clientes. A nivel de Directorio y *administradores debe existir la vocación de cambios ya que con estos índices alguna acción se debería tomar.*

La aplicación del Sistema de Medición Centralizado en la Ciudad de Yaguachi disminuiría el porcentaje de pérdidas negras a casi cero y aumentaría la recaudación en un 100% ya que el corte de servicio se realizaría en forma remota por personal calificado sin existir la posibilidad de soborno o riesgo de sufrir algún atropello por parte de los usuarios.

Es así que del análisis financiero realizado, podemos anotar que el proyecto es considerado ***rentable*** *de acuerdo a los índices determinados en la cual resulta que básicamente la Relación Beneficio-Costo (B/C) es mayor a uno, siendo para el caso en particular R. B/C = 1.85; obteniendo un período estimado de recuperación de la inversión de 22,16 meses.*

Por otro lado, el hecho de no ejecutarse un programa de reducción de pérdidas provocaría un aumento considerable de las pérdidas de energía eléctrica, ya que en la actualidad existe un perjuicio económico por pérdidas no técnicas de US $ 381,182 (Trescientos ochenta y un mil ciento ochenta y dos 00/100 Dólares), producto del déficit anual de energía eléctrica provocada por las infracciones antes mencionadas de 3,708,000 Kwh/año, el mismo que tiende a incrementarse por el alto índice de contravenciones existentes en el sitio.

Se tiene también un alto porcentaje de usuarios (14%), que adeudan a la Empresa más de 10 meses los cuales corresponden predominantemente a usuarios que "No Existen", los mismos que ascienden a US $ 470,000 a Febrero/2004, es decir usuarios que han retirado sus medidores arbitrariamente sin ninguna autorización de la Empresa y los hacen desaparecer para luego solicitar un nuevo servicio a nombre de algún otro miembro de la familia; grave infracción que sería superada en su totalidad al aplicar el proyecto en mención.

Si se llegara a implementar el sistema de medición centralizada se necesitarían siete concentradores primarios, uno para cada sector. En lo referente a los concentradores secundarios: para la "Ruta 1" se necesitarían 41 concentradores, para la "Ruta 2" se utilizarían 53 concentradores, para la "Ruta 3" se utilizarían 40 concentradores, para la "Ruta 4" se utilizarían 50 concentradores, para la "Ruta 5" se utilizarían 56 concentradores, para la "Ruta 6" se utilizarían 39 y en la "Ruta 7 " se colocarían 57 concentradores. Adicionalmente se instalarían aproximadamente 5 kilómetros de cable de comunicación.

Finalmente, el objetivo básico de esta tesis es buscar algún método capaz de reducir las pérdidas no técnicas de energía de una Empresa Distribuidora y a la vez incrementar el ingreso neto de la Empresa con un costo razonable de inversión inicial. Pienso que luego de este análisis he logrado mi objetivo. Espero que el presente trabajo sirva de guía para trabajos de consultoría en el ámbito de Distribución.

Es momento de concienciar el problema por el que atraviesa la EEMCA empezando por los mismos Funcionarios que laboramos en ésta, para que juntos trabajemos en pro y mejora de la Institución para bienestar y satisfacción propio y de toda la comunidad a la que sirve.

REFERENCIAS

a) Libro con edición

1. Leland T. Blank – Anthony J. Tarquin, Ingeniería Económica (4ta.Edición, Texas, Mc Graw Hill, 1982), pp. 5-26, 154-158.
2. Legislación Conexa, Ley De Régimen Del Sector Eléctrico (2da.Edición, Quito, Corporación de Estudios y publicaciones, Enero 2002).

b) Reporte Ténico

3. Estudio De Control De Pérdidas De Energía De la Empresa Eléctrica Milagro (Guayaquil, Convenio INECEL – ESPOL, Enero 1999).
4. Informe De Pérdidas De Energía De La EEMCA Del Año 2004 (Milagro, Dirección de Planificación EEMCA, Enero 2005).

c) Volúmenes de una Colección

5. Manual Latinoamericano Y Del Caribe Para El Control De Pérdidas Eléctricas, Volumen II (BID – OLADE, 1982)

d) Artículos en las memorias de una conferencia

6. IV Seminario Nacional De Control De Pérdidas De Energía, (Ambato, Noviembre 25-26 y 27/98) "Sistema De Medición Centralizado De Bajo Costo, por Ing.Xavier Orejuela e Ing.Flor Espinoza" Dirección Comercial EMELGUR 1998, pp. 79-101.
7. Seminario-Taller "La Gestión Efectiva De Pérdidas No Técnicas En Empresas De Distribución Eléctrica", (Guayaquil, Noviembre 2004).

e) Referencias de Internet

8. Giovanny E.Gómez, Evaluación De Alternativas De Inversión: Análisis Matemático y Financiero De Proyectos (I), *http:://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/22/cauetio.htm*
9. Giovanny E.Gómez, Evaluación De Alternativas De Inversión: Análisis Matemático y Financiero De Proyectos (II), *http:://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/23/vpnvpni.htm*
10. Giovanny E.Gómez, Evaluación De Alternativas De Inversión: Análisis Matemático y Financiero De Proyectos (III), *http:://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/24/tir1.htm*
11. Giovanny E.Gómez, Evaluación De Alternativas De Inversión: Análisis Matemático y Financiero De Proyectos (IV), *http:://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/25/tiri.htm*
12. Giovanny E.Gómez, Evaluación De Alternativas De Inversión: Análisis Matemático y Financiero De Proyectos (V), *http:://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/26/bc.htm*
13. Giovanny E.Gómez, Evaluación De Alternativas De Inversión: Análisis Matemático y Financiero De Proyectos (VI), *http:://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/27/mpri.htm*
14. CONELEC, Boletín Estadístico De Consumos Y Pérdidas De Energía De Las Empresas Distribuidoras Del País, Primer Semestre 2004, *http:/www.CONELEC.gov.ec/downloads/e_see_1s_02_xls.zip*