

## **“Análisis Técnico y Económico para la Reducción de Pérdidas en la Empresa de Distribución Eléctrica de Guayaquil”**

David Abdón Ormaza Bustamante<sup>1</sup>, Marlon Casilla Hernández<sup>2</sup>, Ruby Quishpe Buñay<sup>3</sup>, Adolfo Salcedo Guerrero<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006; email: [doif23@yahoo.com](mailto:doif23@yahoo.com)

<sup>2</sup>Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006; email: [mcasilla@yahoo.com](mailto:mcasilla@yahoo.com)

<sup>3</sup>Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006; email: [rkquishpe@hotmail.com](mailto:rkquishpe@hotmail.com)

<sup>4</sup>Director de Tópico, Ingeniero Eléctrico en Potencia, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Maestría en Ingeniería Eléctrica (Instituto Politécnico Rensselaer, USA), Maestría en Administración de empresas (ESPOL) 1992.

### **Resumen**

Se dará a conocer los aspectos generales tales como cual es su estatuto, como esta manejado administrativamente la empresa, infraestructura, características de la carga, etc. Que son de suma importancia para el entendimiento del proyecto.

Se realizaran metodología de cálculo para la determinación de cada una de las pérdidas en estudio (técnicas y no técnicas), para posteriormente determinar las pérdidas de potencia y energía. Una vez conocidas las pérdidas se plantearan alternativas para la reducción de las mismas.

Luego, cada una de las alternativas será analizada desde el punto de vista económico para ver si el proyecto es rentable o no. Las alternativas serán ordenadas por prioridad y se justificará cada una de ellas.

## **Introducción.**

El tema en estudio se basa en analizar las pérdidas de energía que están presente en la empresa y dar posibles soluciones para la reducción de ellas. Teniendo siempre en cuenta la parte económica y elegir las mejores opciones desde este punto de vista.

Se detallarán tanto las perdidas técnicas como no técnicas para facilidad de los análisis económicos. También detallará cada una de las actividades que se encuentran presente en el proceso administrativo para luego hallar la eficiencia. La alternativa que se analizara para el mejoramiento de proceso incrementará la eficiencia del proceso indiscutiblemente.

Además se analizaran las causas técnicas y administrativas para determinar y dar soluciones del fraude y hurto que existe en el sistema eléctrico de Guayaquil.

## **Contenido.**

### **Pérdidas Técnicas.**

- ❖ Pérdidas en el sistema de subtransmisión.
- ❖ Pérdidas en el sistema de distribución primaria.
- ❖ Pérdidas en el sistema de distribución secundaria.

### **Calculo de pérdidas técnicas.**

El objetivo es obtener la cuantificación de las pérdidas técnicas de potencia y energía a nivel del sistema de subtransmisión. En general el suministro de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil se realiza a través de generación local y a través subestaciones de entrega en bloque al sistema de subtransmisión.

### **Resultados obtenidos de los Cálculos.**

#### ***Subtransmisión***

- El total de las pérdidas de potencia en los trafos de poder a demanda máxima es **1.57 MW**.
- El total de pérdidas de potencia en líneas de subtransmisión a demanda máxima es **5.47 MW (simulador POWER WORLD)**.

Las pérdidas de potencia para condiciones de demanda máxima es le de **7.32 MW** obtenida de los subtotales de pérdidas de líneas y trafos de poder.

Las tablas adjuntas que se muestran son un resumen de las pérdidas de energía. Los valores de pérdida están por mes y divididas por líneas y subestaciones.

**Tabla I**

		<b>Líneas S/T (MWh)</b>	<b>Subestaciones (MWh)</b>	<b>Tota Subtransmisión (MWh)</b>
<b>CATEG- D</b>	Ene	2267,43	989,38	3.256,81
	Feb	2045,40	632,55	2.677,95
	Mar	2445,74	867,89	3.313,63
	Abr	2191,25	1.063,04	3.254,28
	May	2251,40	893,97	3.145,37
	Jun	2040,83	751,60	2.792,43
	Jul	1980,39	630,92	2.611,32
	Ago	2544,82	901,52	3.446,34
	Sep	2120,71	1.153,08	3.273,80
	Oct	2223,08	962,16	3.185,24
	Nov	2142,47	654,61	2.797,08
	Dic	2680,48	832,64	3.513,12
<b>Total CATEG-D</b>		<b>26933,99</b>	<b>10333,37</b>	<b>37.267,36</b>

### ***Distribución primaria y secundaria***

En la tabla II se muestra el valor de factor de carga y pérdidas respectivamente, este valor es de suma importancia para la determinación de las pérdidas de energía.

**Tabla II**

<u>El Factor de Carga del sistema</u>	
Consumo total de energía	3.026.628.595 Kwh
Demanda Máxima del sistema	537.460 Kw
F.C = Dem. Prom. / Dem. Max =	0,64
Entonces:	
<b>Factor de Pérdidas =</b> $\longrightarrow$	<b>0,48</b>

**Tabla III**

<u>Pérdidas Técnicas</u>	
Dato calculado para pérdidas de Potencia	2,2900%
Demanda de Potencia	537.460 Kw
Pérdidas	12.315 Kw
Pérdidas de Energía = Pp x 365 * 0.48*24 =	51.782.112 Kwh
Energía Total	3.026.628.595 Kwh

En el sistema secundario se tiene los siguientes resultados

$$Pérd \_ Potencia \_ totales \_ Sist.secundario = 47377.06MW$$

$$Perd \_ Energía - Totales \_ Sist. \_ Secundario = 208067.19[MWh]$$

El total de las pérdidas técnicas es de **297116,66 MWh.**

### **Pérdidas No Técnicas.**

A continuación se muestra las pérdidas globales en el sistema por mes y el total de este periodo que fueron calculadas por la relación mostrada en la metodología.

**Tabla IV**

		<b>Energía Disponible en el Sistema (MWh)</b>	<b>Energía Entregada a Terceros (MWh)</b>	<b>Energía reconocida por peaje (MWh)</b>	<b>Energía Facturada a Clientes Regulados (MWh)</b>	<b>Perdidas Globales (MWh)</b>
<b>CATEG-D</b>	Ene	303 565,56	15 214,17	216,71	207 235,17	80 899,51
	Feb	280 371,74	14 606,67	210,93	208 268,20	57 285,94
	Mar	319 255,78	16 191,28	231,69	207 656,01	95 176,80
	Abr	299 862,11	15 427,29	213,34	222 470,37	61 751,11
	May	302 673,06	18 549,96	271,53	224 273,58	59 577,99
	Jun	279 653,10	19 647,00	293,90	205 147,92	54 564,28
	Jul	280 950,31	20 766,64	289,63	192 818,07	67 075,97
	Ago	282 613,39	23 700,72	355,94	191 733,74	66 823,00
	Sep	283 608,54	23 791,50	350,02	187 483,62	71 983,40
	Oct	298 168,78	25 343,09	390,51	197 312,91	75 122,26
	Nov	287 284,83	24 205,79	373,97	191 083,81	71 621,26
	Dic	326 013,96	25 071,74	389,24	200 962,43	99 590,55
<b>Total CATEG-D</b>	<b>3 544 021,17</b>	<b>242 515,85</b>	<b>3 587,41</b>	<b>2 436 445,83</b>	<b>861 472,07</b>	

$$\text{Pérdidas _Técnicas _de _Energía} = 297116.66\text{MWh}$$

$$\text{Pérdidas _Globales _de _Energía} = 861472.07\text{Mwh}$$

⇒

$$\text{Pédidas _No _Técnicas _de _Energía} = 564355.41\text{MWh}$$

### **Análisis técnico y económico de las alternativas propuestas para la reducción de pérdidas.**

El análisis económico se lo hizo mediante indicadores económicos para la toma de decisiones del proyecto en estudio, la aprobación de cada uno de las alternativas dependerá del valor presente neto y de la relación costo – beneficio que se los detallaron en la tesis.

### **Análisis beneficio costo por cambio de conductor.**

El valor presente de los beneficios calculado por la ecuación es de 4812055.92 dólares, con este valor y con el costo del proyecto (\$4629002.5) determinaremos la relación beneficio costo. Relación B/C =1.0

### **Análisis beneficio costo para la reducción de pérdidas en el área social.**

El análisis de los beneficios para los clientes se lo hará de manera singular tanto para clientes residenciales de bajo y alto consumo. Se cojera el caso más crítico de robo de energía que es aproximadamente el 50% de la energía que están los clientes consumiendo.

**Tabla V**

<b>CLIENTES RESIDENCIALES DE ALTO CONSUMO</b>			
<b>Consumo de Energía (KWh)</b>	<b>Beneficio Anual por Usuario (USD)</b>	<b>Costos (USD)</b>	<b>Relación Beneficio-Costo</b>
350	212,26	80,06	2,65
400	240,16	80,06	3,00
450	268,06	80,06	3,35
500	295,96	80,06	3,70
550	332,34	80,06	4,15
600	360,24	80,06	4,50
650	388,14	80,06	4,85
700	416,04	80,06	5,20
800	471,84	80,06	5,89
900	527,64	80,06	6,59
1000	583,44	80,06	7,29
1100	656,20	80,06	8,20
1200	712,00	80,06	8,89

**Tabla VI**

<b>CLIENTES RESIDENCIALES DE BAJO CONSUMO</b>			
<b>Consumo de Energía (KWh)</b>	<b>Beneficio Anual para 10 Usuarios (USD)</b>	<b>Costos (USD)</b>	<b>Relación Beneficio-Costo</b>
50	288,84	510,75	0,57
100	510,84	510,75	1,00
125	632,34	510,75	1,24
150	741,84	510,75	1,45
200	1044,84	510,75	2,05
250	1374,84	510,75	2,69
300	1758,84	510,75	3,44

## **Análisis beneficio costo por la reducción de pérdidas en el área administrativa.**

El costo total de inversión según lo cotizado acerca de los anuncios publicitarios sería aproximadamente de **2500 dólares**.

**Tabla VII**

<b>Beneficio del proceso de contratación</b>	<b>Beneficios en USD</b>
<b>Por Reducción de Tiempo</b>	<b>\$ 10.800,00</b>
<b>Por Evitar que se anulen las órdenes</b>	<b>\$ 22.078,50</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 32.878,50</b>

El proyecto es aprobado porque la relación beneficio-costo es de 13.15 ya que la regla de decisión dice que para aprobar un proyecto la relación B/C debe ser mayor que 1. **Relación Beneficio/Costo = 13.15**

### **CONCLUSIONES.**

- 🚦 La empresa de distribución de energía eléctrica de Guayaquil tiene un 9% de pérdidas técnicas, 17% en pérdidas sociales y 25% en comerciales, evidentemente las pérdidas sociales y comerciales superan a las pérdidas técnicas por lo que se concluye que estas pérdidas deben ser reducidas lo mas rápido posible para que la empresa no siga teniendo pérdidas económicas.

- ✚ Para reducir las pérdidas sociales se tiene primeramente que detectar cuales son los infractores, entonces concluimos que se debe tomar acciones para tener mayor control con este tipo de consumidores.
- ✚ El análisis costo beneficio para la reducción de pérdidas sociales determino que el proyecto no es valido para clientes que tienen un consumo menor a los 100 KWh, entonces no es rentable la aplicación de este proyecto ya que la mayoría de estos infractores tienen un consumo promedio de 60 KWh.
- ✚ Sin duda la mejora del proceso de contratación e instalación del servicio eléctrico es muy importante para la empresa ya que la eficiencia aumento casi al 92% del 7.6% que estaba inicialmente por lo que concluimos que se debe tomar una decisión contundente para el mejoramiento del proceso.

## **Referencias.**

### **a) Libro**

1. Jerry .L. Harbour, Reingeniería de Procesos, Capítulo V.

### **b) Libro**

2. Electrical Distribution, Load Characteristics, Chapter 2, L. W. Manning.

### **c) Artículos de un libro**

3. CIER, Pérdidas de Energía Eléctrica en la Distribución.

### **d) Volumen de una colección**

4. Westinghouse, Distribution Systems, Volumen 3, Paginas 435 – 445.

### **e) Reportes técnicos**



5. Boletines informativos (2004), CENACE – CONELEC.

**f) Reportes técnicos**

6. CATEG-D, Documentación sistema comercial.

**g) Reportes técnicos**

7. CATEG-D, Documentación del proceso Administrativo.

**h) Referencias de Internet**

For resources and information on meter and conductivity meter

8. [www.meterguy.com](http://www.meterguy.com)

**i) Referencias de Internet**

9. [www.conelec.gov.ec](http://www.conelec.gov.ec)

**j) Referencias de Internet**

10. [www.cenace.org.ec](http://www.cenace.org.ec)

**Revisado y aprobado por:**

-----

**Ing. Adolfo Salcedo**