

**ICA
INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION**

PROCOBRE

INFORME EJECUTIVO

PÉRDIDAS DE ENERGIA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Caso COLOMBIA

Realizado por:

**Fernando Augusto Herrera Leon
Luís Miguel Forero Caro**

Bogotá, Colombia Octubre de 2008

Evaluación de las pérdidas de energía en el sistema de distribución Caso: Colombia

Contenido

Presentación.....	
Definiciones.....	
1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN COLOMBIA.....	
1.1 Indicadores de desarrollo de Colombia.....	
1.2 Descripción general del sistema distribución.....	
1.2.1 Estructura.....	
1.2.2 Relación de empresas distribuidoras.....	
1.2.3 Valoración de las pérdidas de energía en Colombia.....	
1.2.4 Evaluación de las pérdidas en transformadores de potencia.....	
1.2.5 Evaluación de las pérdidas en transformadores de potencia.....	
2. Identificación de oportunidades para la reducción de las pérdidas.....	
3. Conclusiones.....	
4 -Referencias Bibliográficas.....	

Anexo

A1 Crecimiento de Usuarios de energía eléctrica en Colombia.....	
A2 Inventario de transformadores de distribución.....	
A3 Balance de pérdidas de potencia por tipo de transformador.....	
A4 Evolución de las pérdidas de energía desde el 2002.....	
A5 Discriminación de las pérdidas no técnicas en Colombia 2002.....	
A6 Resumen de las estrategias empresariales para la reducción de las pérdidas en Colombia.....	

Lista de figuras

Figura No 1 Proyección de pérdidas para el sector rural y urbano de distribución de energía.

Figura 2 Esquema de los niveles de tensión para la red de distribución.

Lista de tablas

Tabla No 1 Indicadores de desarrollo económico para la Republica de Colombia

Tabla No. 2 Consolidado de Sistemas de Distribución en Colombia para enero de 2007.

Tabla No. 3 Relación de las empresas de distribución con el 80 % de los alimentadores – enero 2007

Tabla 4 Distribución de las pérdidas de energía en las principales empresas comercializadoras.

Tabla 5 Costo económico de las pérdidas de energía en las empresas comercializadoras

Tabla 6 Evaluación de las pérdidas en los transformadores de distribución (2006)

Tabla 7 Comparación de las pérdidas en los transformadores de distribución para el modelo de curva de carga y el modelo CREG

Tabla No. 8 Resumen de estrategias empresariales para la reducción de pérdidas No-Técnicas.

Tabla. anexo 1 Crecimientos de usuarios en Colombia entre 2003 y 2007.

Evaluación de las pérdidas de energía en el sistema de distribución Caso: Colombia

Informe ejecutivo

Presentación:

El estudio realizado para la Asociación Internacional del Cobre - ICA tiene los siguientes objetivos:

- Evaluación del nivel de pérdidas en las redes de distribución de energía eléctrica en Colombia, cuantificando y clasificando su origen técnico y no técnico.
- Identificar los factores asociados con las pérdidas de energía en las redes de distribución de acuerdo con las compañías, topologías de las redes y tipos de usuarios.
- Evaluar los indicadores de desarrollo social, económico y energético de la población de acuerdo con la localización geográfica, tipo de usuario y estratos y esquema tarifario.
- Analizar los programas implementados por las empresas para reducir los indicadores de pérdida de energía en las redes de distribución.

Desde el 1996 con el cambio de esquema de gestión del sector eléctrico, las empresas de energía han implementado programas para optimizar los costos de operación y comercialización, centrando la estrategia en reducir las pérdidas técnicas asociadas con los conductores y transformadores, y las no técnicas identificadas con fallas en los contadores, conexión ilegal, fraude, hurto de energía y deficiencias administrativas.

Para el informe el indicador de pérdidas de energía en cada nivel de tensión y en cada operador o comercializador se calcula como un porcentaje mediante la expresión 1 :

$$\% \text{ pérdidas} = \frac{\text{Energía de entrada} - \text{Energía salida}}{\text{Energía de entrada}} \cdot 100\% \quad \text{Ec 1}$$

Con respecto al estudio desarrollado para ICA se calcula el indicador de pérdidas como el porcentaje de la energía de entrada al nivel de tensión 1 (menor de 1000 voltios) y la energía facturada a los usuarios de acuerdo con la ecuación 2:

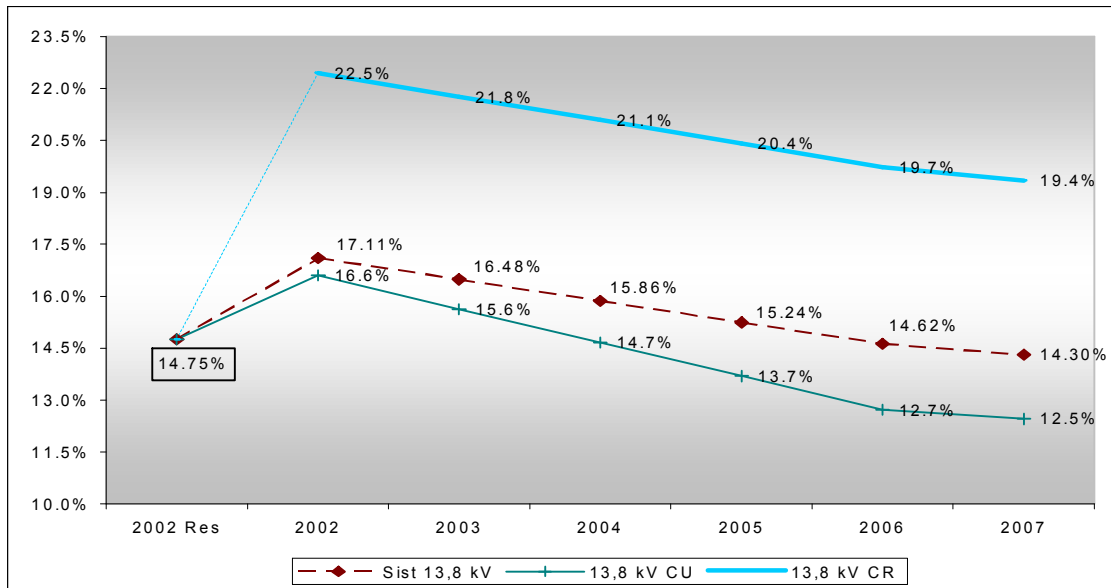
$$\% \text{ pérdidas} = \frac{\text{Energía de entrada} - \text{Energía facturada}}{\text{Energía de entrada}} \cdot 100\% \quad \text{Ec 2}$$

En la estimación se adiciona el componente de pérdidas de los transformadores de potencia pero no se incluye las pérdidas asociadas con distribución y transmisión en los niveles de tensión 2, 3 y 4.

La evolución de dicho indicador muestra en 1996, un promedio nacional del 21% mientras en el 2007 el promedio nacional estimado es del orden del 14%, reducción causada por las acciones técnicas, administrativas y regulatorias para mejorar el desempeño de las empresas.

Como referente de pérdidas para el año 2001, estas fueron del 22% para 9434 GWH, cuyo costo en dólares equivalente fue de U\$D 347 millones (precio generación y transmisión U\$D 0.04), los cuales se distribuyeron en U\$D 180 millones pagados por los usuarios y U\$D 167 por las empresas distribuidoras y comercializadoras, con unas pérdidas reconocidas por la CREG del 11.4 %.

La figura 1 presenta la proyección de las pérdidas en el sistema distribución calculadas por la CREG en su documento: "Metodología para definir el índice de pérdidas reconocidas en la actividad de distribución. Octubre 2002". Para el año 2007 se estimaron en un promedio nacional de 14.4 %, para el sector rural de 19.4% y para el sector urbano de 12.5 %.



CREG

Figura No 1 Proyección de pérdidas para el sector rural y urbano de distribución de energía.

0- DEFINICIONES

NIVELES DE TENSIÓN

En Colombia los sistemas de distribución, como todo lo relacionado con los sistemas de potencia, esta regulado por la Comisión de Energía y Gas (CREG). En resolución 70 del 28 de mayo de 1998 se establecen los siguientes niveles de tensión tal como se muestra en la figura 2, en los cuales se realizan las instalaciones de distribución y transmisión:

Nivel de tensión I: tensiones inferiores a 1 kV

Nivel de tensión II: tensiones comprendidas entre 1 a 30 kV

Nivel de tensión III: tensiones comprendidas entre 30 kV y 62 kV

Nivel de tensión IV: tensiones de valor mayor a 62 kV

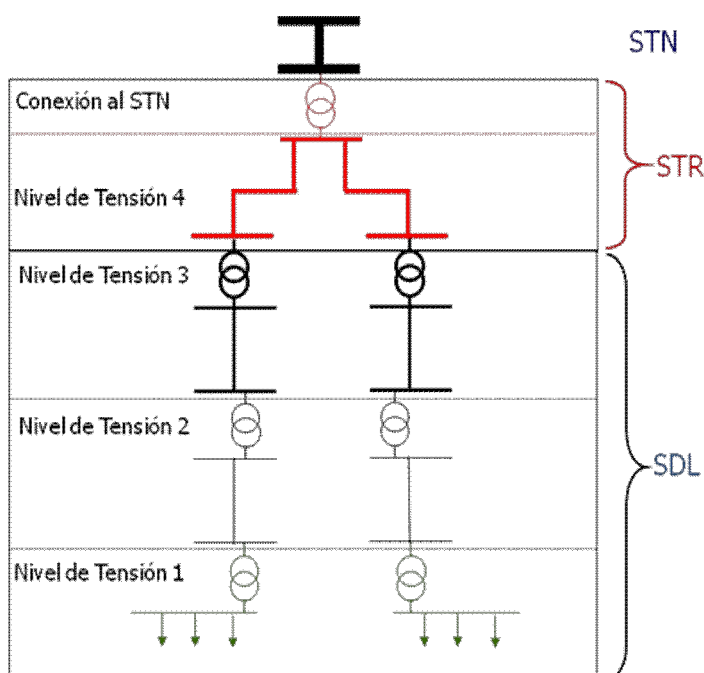


Figura 2 Esquema de los niveles de tensión para la red de distribución.

ESTRATOS SOCIO-ECONÓMICOS

Los Estratos socio-económicos son una herramienta que utiliza el Gobierno de Colombia (Artículo 102 Ley 142 de 1994) para clasificar a los ciudadanos de acuerdo a sus ingresos, propiedades, etc.

Legalmente existe un máximo de seis estratos socioeconómicos. El estrato más bajo es 1 y el más alto es 6.

- * Estrato 1 = Bajo-bajo)
- * Estrato 2 = Bajo
- * Estrato 3 = Medio-bajo (Estrato 1 +2 +3 equivalen al 88% de la población)
- * Estrato 4 = Medio
- * Estrato 5 = Medio-alto
- * Estrato 6 = Alto (Estrato 4+5+6 el 12 % de la población)

La clasificación por estratos que obtenga una persona influye en los impuestos que debe pagar, en los servicios de salud, en la educación y en muchas otras cosas más. En cambio, los estratos 1 y 2, obtienen beneficios del gobierno, sobre todo en la parte de salud.

CREG : Comisión de regulación de energía y Gas.

UPME : Unidad de planeación minero energética del ministerio de Minas y Energía.

DNP : Departamento Nacional de planeación.

SUI : Sistema unico de informacion

SSPD : Superintendencia de servicios publicos domiciliarios.

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN COLOMBIA

2.1 Indicadores de desarrollo en Colombia

Indicador	2004	2005	2006	2007
Población en Colombia (millones)	42.8	43.3	44.1	44.5
Tasa de crecimiento económico	3.7 %	3.6 %	5.2 %	6.8 %
Índice de crecimiento de la construcción	12%	16%	11.3 %	29%
Consumo de energía eléctrica GWH	47.019	48.828	50.813	54.550
Tasa de crecimiento consumo de energía	2.7%	3.8%	4.1%	7.2
Demanda de potencia pico MW	8332	8639	8762	9093
Tasa de crecimiento de la Potencia pico	0.9%	3.7%	1.4 %	3.7 %
No de Usuarios residenciales millones	8'555	8'791	9'232	9'391
Tasa de crecimiento usuarios	5.9%	2.5 %	7.6%	3.9%
Consumo de Energía estrato 1+2+3	81.4%	81.8%	82.8%	82.9%
Numero de Usuarios estrato 1,2,3	88.6%	88.5%	88.4 %	88.7%
Consumo de energía promedio estrato 1+2+ 3 al mes kWh	137	143	143	149
Salario mínimo mensual \$ miles col	358	381.4	408	433.6
Salario mínimo mensual U\$D	156	147	194	228

Fuente : DNP, DANE, Ministerio de Minas y energía. SUI

Tabla 1 Indicadores de desarrollo económico para la Republica de Colombia.

Se presenta a continuación un resumen de los principales indicadores de desarrollo social y económico de Colombia, destacando los siguientes aspectos:

- La tasa de crecimiento se ha incrementado desde el año 2004 y en los dos últimos años a logrado el valor máximo desde 1994.
- Uno de los sectores destacados en el crecimiento es la construcción tanto de vivienda como de centros comerciales.
- Como reflejo del crecimiento económico, también se ha incrementado el consumo de energía y el de potencia pico con tasa promedio del orden del 5% .
- En Colombia el consumo eléctrica fue de GWH 50.200 distribuido para el año 2006 así: residencial 53%, industrial 43 %, industria agrícola 2.8% y transporte 0.2 %.
- El 88% de los usuarios residenciales están ubicados en los estratos bajos 1,2y 3 sobre una base de aproximadamente 10 millones.
- El 82% de la energía en el sector residencial se consume en los estratos 1, 2 y 3.
- El costo promedio de la energía por sector, para el año 2006 se encuentra en los siguientes rangos:

- Residencial	U\$D 0.09 a 0.19	Industrial	U\$D 0.05 a 0.14
- Comercial	U\$D 0.06 a 0.17	Alumbrado	U\$D 0.10 a 0.13

1.2 Descripción general del sistema de distribución

1.2.1 Estructura

Para enero de 2007 se tiene el sistema configurado de la siguiente manera respecto de enero de 2003:

ESTADO ACTUAL	Cantidades	Diferencia a 2003
TOTAL EMPRESAS	54	Aumento de 80 %
Total Subestaciones de los 4 niveles	1 226	Reducción del 0,4 %
Total Alimentadores	5 022	Aumento de 8,4 %
Total Longitud de redes [km]	165 937	Aumento de 12,7 %
Total de transformadores	396 541	Aumento de 12,8 %

Fuente www.sui.gov.co

Tabla No. 2 Consolidado de Sistemas de Distribución en Colombia para enero de 2007.

1.2.2 Relación de empresas distribuidoras

En la tabla No 3 se presenta la relación de empresas que cubren al menos el 80 %¹ del servicio de distribución de energía eléctrica en Colombia, considerando el nivel de tensión 1 en los alimentadores:

EMPRESA	S/E	Total Alim.	Usuarios	Long. Red [miles km]	TRANSFO	TRANSFO/ Alim.
Empresa De Energía De Cundinamarca	62	164	161 279	5,55	8 .773	53,5
Compañía Energética Del Tolima	64	195	288 993	5,56	4.821	24,7
Central Hidroeléctrica De Caldas	61	231	379 281	8,49	7.432	75,5
Empresa De Energía Del Pacífico	68	254	341 841	9,31	24.048	94,7
Electrificadora De Santander	71	277	489 756	9,70	1.634	78,1
Electrificadora De La Costa Atlántica	87	323	710 373	18,47	31.948	98,9
Energía Telecomunicaciones Aseo	107	337	542 714	20,94	45.644	135,4
Electrificadora Del Caribe	95	365	774 782	12,29	34.423	94,3
Empresas Públicas De Medellín	41	489	1 025 875	7,74	45.692	93,4
Empresa De Energía De Boyacá	195	537	236 528	14,28	18.217	33,9
Codensa S.A. E.S.P.	116	924	2 144 945	18,33	5.720	60,3
SUBTOTAL	967	4096	6 717 086	130,67	308.352	76,6
Porcentaje de representación	79%	82%	ND	79%	78%	-

Tabla No. 3 Relación de las empresas de distribución con el 80 % de los alimentadores – enero 2007

Este valor de 80% esta altamente correlacionado con el grupo de empresas que manejan el 80% de los usuarios de energía eléctrica, por lo cual puede ser tomando como referencia en la valoración de las pérdidas. Del grupo sobresale en la escala CODENSA, EPM, EMCALI, EPSA y ELECTRICOSTA y ELECTRICARIBE como las empresas de mayor tamaño en infraestructura y numero de usuarios.

¹ Se tomaron las empresas que tienen el 81,6 % del total de los alimentadores a la fecha.

1.2.3 Valoración de pérdidas para las empresas de distribución de energía eléctrica en Colombia.

EMPRESA	Pérdidas Totales [%]	Pérdidas Técnicas [%]	Pérdidas no Técnicas [%]	Pérdidas No recuperables [%] *	Energía perdida GWH
Empresa De Energía Del Pacífico S.A. E.S.P.	13.1	8.33	4.79	10.2	277
Compañía Energética Del Tolima S.A. E.S.P.	26.2	12	14.2	9.8	262
Electrificadota Del Caribe S.A. E.S.P.	22	9.4	12.6	11	1298
Electrificadota De Santander S.A. E.S.P.	21.3	9	12.3	12.4	417
Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P.	11	5.2	5.8	10.3	192
Electrificadota De La Costa Atlántica S.A.	21	9.6	11.4	12.3	871
Codensa S.A. E.S.P.	8.9	6.95	1.95	9.1	1050
Central Hidroeléctrica De Caldas S.A. E.S.P.	16.9	5.2	11.7	8.4	232
Empresas Públicas De Medellín E.S.P.	7.76	3.3	4.46	7.5	557
Empresas municipales de Cali S.A. E.S.P.	15.5	6.3	9.2	11.5	606
Subtotal pérdidas en GWH					5,762
Promedio subtotal del país					14.01%

Fuente CREG información comercial Reporte XM 2007 circular 055 CREG

Tabla 4 Distribución de las pérdidas de energía en las principales empresas comercializadoras.

Para evaluar el indicador de pérdidas se tomaron los siguientes criterios de valoración y simplificación

- Empresas con el 80% del mercado para el año 2006
- Nivel de tensión menor de 1000 voltios
- Energía generada TOTAL 50.000 GWH , energía base 41,123 GWH

1.2.4 Costo anual de las pérdidas de Energía en el sistema de Distribución de Colombia

EMPRESA	Costo de la energía millones U\$D				
	Pérdidas Totales GWH	Pérdidas totales U\$D	Pérdidas Técnicas	Pérdidas no Técnicas	Pérdidas No recuperables
Empresa De Energía Del Pacífico S.A	277	27.7	17.6	10.1	2.8
Compañía Energética Del Tolima S.A..	262	26.2	12.0	14.2	2.6
Electrificadora Del Caribe S.A.	1298	129.8	55.5	74.3	14.3
Electrificadora De Santander S.A..	417	41.7	17.6	24.1	5.2
Empresa De Energía De Boyacá S.A.	192	19.2	9.1	10.1	2.0
Electrificadora De La Costa Atlántica S.A.	871	87.1	39.8	47.3	10.7
Codensa S.A. E.S.P.	1050	105	82.0	23.0	9.6
Central Hidroeléctrica De Caldas S.A.	232	23.2	7.1	16.1	1.9
Empresas Públicas De Medellín	557	55.7	23.7	32.0	4.2
Empresas municipales de Cali S.A.	606	60.6	24.6	36.0	7.0
Subtotal Millones	5,762	U\$D 576	U\$D 289	U\$D 287	U\$D 60
Porcentaje del costo	14.00%		50%	50%	10%

Fuente XM energías tranzadas en el año 2006 circular 055 CREG

Tabla 5 Costo económico de las pérdidas de energía en las empresas comercializadoras

Con base en los reportes de las empresas de distribución sobre la energía facturada, el índice de pérdidas técnicas y no técnicas y el precio promedio de comercialización, se estima el valor de las pérdidas para el año 2006

Las “pérdidas no recuperables” se refieren al componente de pérdida de energía propio de los materiales, equipos y consumos propios cuya gestión técnica y económica no es viable. Se expresa en porcentaje de las pérdidas totales de cada empresa.

El cálculo de los valores se realiza con la siguiente metodología:

- Se seleccionan las empresas distribuidoras y comercializadoras cuyo mercado equivale al 80% de Colombia.
- Se calcula el flujo de energía por pérdidas entre el nivel de tensión 1 y el 2 correspondiente a 1000 voltios. Se comparan con los emitidos por la resolución 055 de la CREG sobre la relación de pérdidas por empresa.
- Con los valores reportados por la CREG para porcentaje de pérdidas, se calcula la energía correspondiente y su costo promedio del KWH U\$D 0.1 de energía para el usuario en el año 2006.

Los resultados correspondientes al componente de empresas con el 80% de la energía comercializada son los siguientes:

1- Las pérdidas totales de energía en el año 2006 son 5,762 GWH, es decir en un promedio de 14% de la energía tranzada en el Colombia en Colombia.

2 El costo de las pérdidas de energía es de U\$D 576 millones distribuidos en pérdidas técnicas en un 50 % , siendo **U\$D 289 millones** y complementariamente, para las no técnicas un valor de **U\$D 287 millones**. El costo de las pérdidas no recuperables para el grupo de empresas evaluado es de U\$D 60 millones de dólares

3- Se observa el componente significativo en las pérdidas no técnicas para las empresas de la costa Atlántica ELECTROCOSTA y ELECTRICRIBE, EMCALI. Por el tamaño de las empresas EPM y CODENSA presentan un valor alto de pérdidas pero con un sistema de gestión que las ha reducido por debajo del 4% y 2 % respectivamente.

4- Los cuadros anexo 4 y 5 presenta un resumen de las estrategias desarrolladas por las empresas para reducir y mitigar las pérdidas en sus dos componentes.

A manera de ejemplo se puede visualizar que la recuperación económica de las pérdidas por parte de CODENSA durante los 10 años prácticamente equivale al precio de adquisición de las acciones de la Empresa de Energía de Bogotá.

1.2.5 Evaluación de las pérdidas en transformadores de potencia

La estimación de las pérdidas de energía en el transformador se consideran las siguientes modelos:

1- Curva de carga diaria los transformadores

$$\% \text{ Pérdidas} = \% P_{\text{hierro}} + \frac{\% P_{\text{cobre}}}{24 * (1.2 P_{\text{pico}})^2} [\sum C_h]^2 \quad \text{Ec 3}$$

El calculo de las pérdidas en este modelo utiliza las pérdidas en el hierro, las pérdidas en el cobre, el factor de sobrecarga por potencia pico del 1.2, la carga horaria Ch durante las 24 horas reportada por las diferentes empresas.

Transformadores	Costo pérdidas de energía millones U\$D				
	Energía total GWH	pérdidas Nivel 1	Perdidas transformador %	Pérdidas en GWH	Costo perdidas
Empresa De Energía Del Pacífico S.A	2,115	277	0.37	7.8	0.8
Compañía Energética Del Tolima S.A..	1,000	262	0.34	3.4	0.3
Electrificadora Del Caribe S.A.	5,900	1298	0.42	24.8	2.5
Electrificadora De Santander S.A..	1,958	417	0.36	7.0	0.7
Empresa De Energía De Boyacá S.A.	1,745	192	0.37	6.5	0.6
Electrificadora De La Costa Atlántica S.A.	4,148	871	0.42	17.4	1.7
Codensa S.A. E.S.P.	11,798	1050	0.54	63.7	6.4
Central Hidroeléctrica De Caldas S.A.	1,373	232	0.36	4.9	0.5
Empresas Públicas De Medellín	7,178	557	0.53	38.0	3.8
Empresas municipales de Cali S.A.	3,910	606	0.37	14.5	1.4
Subtotal Millones	41,123	5,762		188	19
Porcentaje de pérdidas		14.00%		0.5%	

Tabla 6 Evaluación de las perdidas en los transformadores de distribución (2006)

La Tabla 6 presenta como pérdidas equivalentes en los transformadores de distribución un valor de 188 GWH, con un promedio nacional de 0.5 % , para un valor de U\$D 19 millones en el año 2006.

Modelo 2 Estimación de pérdidas de acuerdo con la Resolución CREG 042 de 2001

Reconoce unas perdidas de 0.8% para transformadores de potencia menor a 30 MVA, discriminadas en 0.1% para las pérdidas en el hierro y 0.7% en el cobre.

La comparación del modelo de la CREG y el modelo de la curva de carga diaria del numeral 1 se presenta en la tabla 7, relacionando la magnitud de las pérdidas de energía y el costo en millones de dólares americanos. Como se puede observar por cada 0.1 % de reducción en las pérdidas de potencia del transformador, implica una reducción de 47 GWH de energía y un ahorro de U\$D 4.6 millones.

El anterior modelo no considera las diferencias entre la red urbana y rural donde los porcentajes de perdida en los transformadores son mayores pueden ser mayores del estimando.

Transformadores	Costo pérdidas de energía millones U\$D					
	Energía total GWH	Perdidas transformador %	Perdidas transformador GWH	Costo modelo Carga	Pérdidas modelo CREG	Costo modelo CREG
Empresa De Energía Del Pacífico S.A	2,115	0.37	7.8	0.8	16.9	1.7
Compañía Energética Del Tolima S.A..	1,000	0.34	3.4	0.3	8.0	0.8
Electrificadora Del Caribe S.A.	5,900	0.42	24.8	2.5	47.2	4.7
Electrificadora De Santander S.A..	1,958	0.36	7.0	0.7	15.7	1.6
Empresa De Energía De Boyacá S.A.	1,745	0.37	6.5	0.6	14.0	1.4
Electrificadora De La Costa Atlántica	4,148	0.42	17.4	1.7	33.2	3.3
Codensa S.A. E.S.P.	11,798	0.54	63.7	6.4	94.4	9.4
Central Hidroeléctrica De Caldas S.A.	1,373	0.36	4.9	0.5	11.0	1.1
Empresas Públicas De Medellín	7,178	0.53	38.0	3.8	57.4	5.7
Empresas municipales de Cali S.A.	3,910	0.37	14.5	1.4	31.3	3.1
Subtotal Millones	41,123	4	188	19	329	33
Porcentaje de pérdidas		14.00%	0.5%		0.8%	

Tabla 7 Comparación de las perdidas en los transformadores de distribución para el modelo de curva de carga y el modelo CREG

2. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

Con base en los resultados presentados y las condiciones del sistema se presenta la siguiente propuesta de oportunidades para reducir las pérdidas de potencia en el sistema colombiano.

ESTRATEGIAS SOCIALES	Charlas informativas dirigidas a la comunidad sobre el uso de la energía y consecuencias del fraude
	Brigadas sociales: un grupo de empleados y contratistas, que entregan lo mejor de su conocimiento y servicio, revisan, sin costo para el cliente, el estado de las instalaciones eléctricas internas, previa inscripción y autorización del cliente en el punto donde se está desarrollando la Brigada Social Programa "Vigías de la Energía", el cual pretende incentivar a los niños a que participen y se conviertan en garantes de la calidad del servicio en la prestación, uso y consumo de energía eléctrica, acorde con las dinámicas de la comunidad cliente Soluciones para festividades y eventos especiales Publicidad
ESTRATEGIAS TÉCNICAS	Implementación en las empresas de sistemas integrados de información Normalización de instalaciones sin medidor Levantamiento topológico de la red Instalación de macromedidores Modificación de circuitos Cambio de redes secundarias en mal estado Instalación de cajas portaborneras para derivación de acometidas Instalación de caja hermética para medidor y cable antifraude para acometidas Sellado de tapas de cajas de distribución Innovación tecnológica para la detección y el control de fraude, se desarrolló el equipo de patronamiento en campo AVM, el cual permitirá detectar los medidores fuera de norma Sellado hermético de medidores en laboratorio y en campo Sellos de seguridad desarrollando etiquetas hologramáticas y de material antifraude Cambio de medidores y cajas de medidor Cambio de tornillos de caja de medidor por tornillo de seguridad Cambio, reparación o instalación de acometidas en cable concéntrico Tendido de red trenzada Instalación de mecanismos de seguridad en la red
ESTRATEGIAS ECONÓMICAS	Implementación de programas de financiación para legalización de instalaciones Disminución de instalaciones con cobros de consumos por promedios Soluciones para la economía informal no legalizada Energía prepago Definición de monto de sanciones por uso fraudulento de energía Formalización del consumo de alumbrado público
ESTRATEGIAS EMPRESARIALES	Crear conciencia en todos los empleados de la empresa en tema de gestión de pérdidas y cómo encontrar soluciones. Ampliar los puntos de atención al cliente Avances en el software de comercial, para mejorar el manejo de la información y el control y seguimiento en la operación Desarrollo de un Centro de Servicio Móvil y Asesoría al Cliente que es un programa a cargo del departamento Promoción y Desarrollo de la gerencia Comercial, y que tiene como estrategia el contacto directo con los clientes en su lugar de residencia y trabajo, para fortalecer las relaciones cliente-empresa mediante una gestión integral. De esta manera los ejecutivos logran acercarse a la comunidad, realizar una atención personalizada y recolectar la información necesaria para brindar un servicio de calidad. Compra del software SIEC para mejorar la facturación y recaudo. (Capacitando al personal).

Tabla No. 8 Resumen de estrategias empresariales para la reducción de pérdidas No-Técnicas.

3- CONCLUSIONES:

Tomando como grupo de análisis las empresas que constituyen aproximadamente el 80 % de la energía comercializada en Colombia y el 80% de los usuarios de energía eléctrica, los resultados principales son los siguientes:

- Las estimación de pérdidas de energía para el año 2006 en Colombia, en promedio nacional es del 14% en el nivel 1 de tensión, correspondiente a 5,260 GWH y un valor aproximado de U\$D 526 millones.
- Estas perdidas están distribuidas proporcionalmente en un 50% entre técnicas y no técnicas en el grupo de empresas.
- Para la gestión y recuperación de las perdidas técnicas las Empresa de la Costa Atlántica y EMCALI presentan el mayor valor con respecto al nuecero de usurios. Mientras tanto, por el tamaño de las empresas y la energía comercializada CODENSA y EPM son las empresas que presentan mejor gestión de dicho indicador con 1,56 % y 4,46 %.
- Las pérdidas de energía de los transformadores de distribución se encuentran en promedio del 0.5 % con un valor cercano a 188 GWH y U\$D 19 millones.
- Par la gestión en la reducción de las pérdidas no técnicas es necesario continuar con los programas de formalización usuarios con conexión irregular a la red , brindando estímulos para facilitar los esquemas de pago tales como prepago, la financiación para adecuar la instalación y la divulgación de programas de apoyo entre la comunidad
- De la misma forma, se encuentra la necesidad de adecuar y actualizar las redes de distribución para reducir el componente de pérdidas técnicas donde los conductores y transformadores son los componentes con mayor participación significativa.

4- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS – CREG. *Metodología Para Definir El Índice De Pérdidas Reconocidas En La Actividad De Distribución*. Octubre de 2002. Bogotá D.C.
CREG – *Cargos Máximos del nivel de tensión 1* octubre 2002
CREG *Consultoría para la determinación de las perdidas de energía en los mercados de comercialización Tomo 1,2,3,4,5,6* Marzo de 2008.
CREG *Circular 055 Reporte de pérdidas empresas comercializadoras 2007*.
CREG *Circular 092 Definición de criterios para evaluación de planes de mantenimiento de perdidas Anexo 4* 2008.
- [2] REPÚBLICA DE COLOMBIA. *Sistema Único de Información de servicios Públicos*. Disponible en: <https://www.sui.gov.co/SUIWeb/logon.jsp>
- [3] BANCO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. *Tasa de cambio representativa de mercado - TCRM - Promedio mensual desde 1950*. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/estad/dsbb/sec_ext_011.xls
- [4] UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA –UPME. *Boletín de estadístico de minas y energía 2002-2007*
UPME *Plan de expansión de referencia Generación Transmisión 2007-2022*
UPME *Plan energético nacional Contexto y estrategias 2006-2025*

Anexo del informe ejecutivo

A.1 El crecimiento de Usuarios de electricidad en Colombia es el siguiente:

PERIODO	TOTAL RESIDENCIAL	TOTAL NO RESIDENCIAL	TOTAL USUARIOS
01/2003	6.877.473	568.082	7.445.555
01/2004	6.905.484	539.753	7.445.237
01/2005	7.754.112	713.191	8.467.303
01/2006	8.053.761	837.715	8.891.476
01/2007	8.821.275	848.790	9.670.065
09/2007	9.181.628	847.207	10.028.835

Tabla. anexo 1 Crecimientos de usuarios en Colombia entre 2003 y 2007.

Se debe resaltar el crecimiento de usuarios Residenciales respecto de los No-Residenciales, especialmente en estratos bajos, esto con el fin de reducir las pérdidas y ganar usuarios con subsidio

A.2 Inventario de transformadores en el sistema interconectado Nacional

CANTIDAD DE TRAFOS POR ZONA		
Capacidad kVA	URBANA	RURAL
10	3,785	26,288
25	12,067	23,999
30	15,502	12,471
37.5	18,225	8,365
45	10,754	5,075
50	14,405	6,024
100	2,828	585
112.5	10,119	1,136
150	25,003	1,497
15	12,753	46,709
75	44,714	6,690
TOTAL:	170,155	138,839
	55.07%	44.93%

URBANA: GRUPOS 1, 2 Y 3 DE CALIDAD
RURAL: GRUPO 4 DE CALIDAD

Tabla anexo 2 Relación de transformadores de distribución en la zona rural y urbana.

A. 3 Balance de pérdidas totales e inventario por tipo de transformador de distribución

Transformador	Potencia nominal KVA						
	10	15	25	37.5	50	75	100
Bifásicos							
Pérdidas totales %	1.9 %	1.76	1.56	14.4	13.4	12.3	1.16
Trifásico							
Pérdidas %	2.6 %	2.1	1.97	1.8	1.9	1.6	1.55

Tabla anexo 4 Pérdidas normalizadas en los transformadores de distribución.

A.4 Evolución de las pérdidas al año 2002

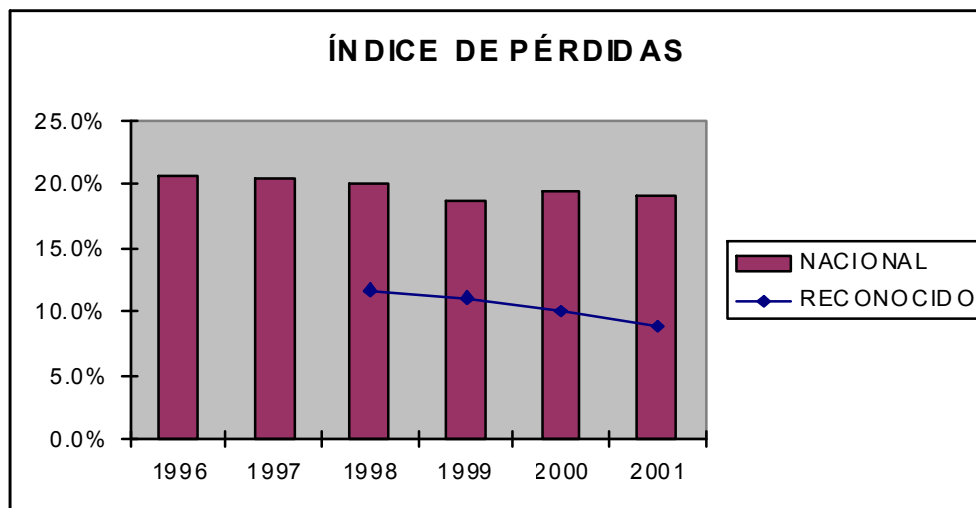
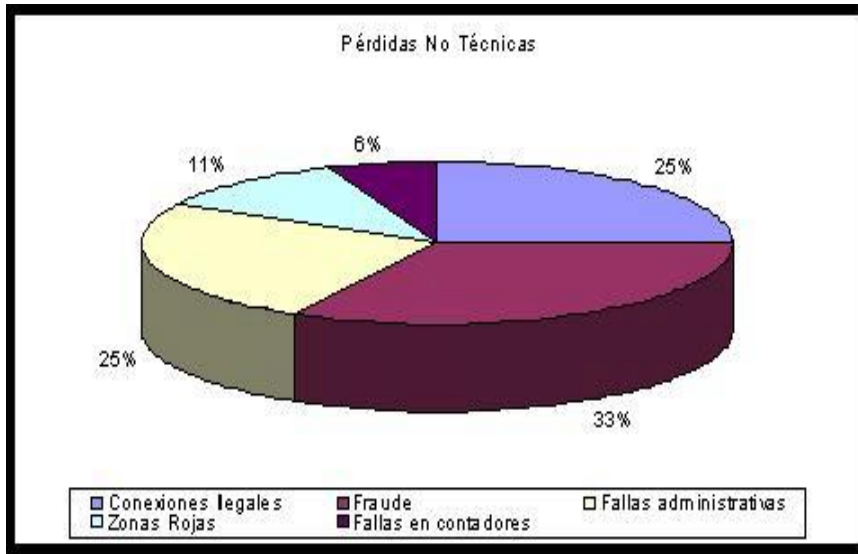


Figura anexo 1 Índice de pérdidas en distribución a nivel nacional y valor reconocido – Años 1996 a 2001.

A.5 Discriminación de pérdidas no técnicas

FUENTE : CREG MPED OCT 2002



A6 Resumen de las estrategias empresariales para la reducción de perdidas de energía en Colombia

Información Principal	EMPRESA							
	EPPM	CHEC	QUINDÍO	CODENSA	ESSA	ELECTROCARIBE ELECTROCOSTA	EPSA	DISPAC
Periodo de aplicación	1996-2000	2003-2007	2003-2006	1997-2006	2003-2007	2000	1998	2007
Población Objetivo	50% del mercado residencial estratos 1, 2 y3.						Niveles de tensión 3 - 2 - 1	
Etapas	1: hacer las redes menos vulnerables, cambio de redes secundarias cajas portaborneras, caja hermética para medidor y cable antifraude. 2: Instalación de 30.000 medidores de balances de energía en transformadores de distribución y se detectaron instalaciones fraudulentas.	1: Diagnostico – desglose de pérdidas, revisión de estructura y cultura organizacional y proceso de gestión social. 2: Modelación – definición del plan de acción, estructura del proyecto, ajustes requeridos en la organización y acciones sociales requeridas. 3: Implantación – Instalación de equipos de programación, análisis, materiales y construcción. Implantación de sistema de información SICOPER.	1. <i>Evaluación y diagnóstico</i> 2. <i>Modelación y diseño</i> 3. <i>Ejecución o implantación</i> 4. <i>Verificación</i>	1. <i>Planear</i> 2. <i>Ejecutar</i> 3. <i>Controlar</i>				
Instalaciones Intervenidoas	Etapa 1: 300.000 Etapa 2: 120.000				Etapa 1: 250.000			
Energía Recuperada	430 GWh				Aumento consumo 19,23 GWh			
Disminución del índice de perdidas [%]	De 15,28 a 10,48	De 23,73 a 16,36	De 26,2 a 17,14		8	De 32,3 a 25,4 (2002) 22,1 (2003) 17,5 (2005)		De 61,17% en 2003 a 22,05 en junio de 2007
Inversión Realizada en el periodo [USD]	52 Millones	24 Millones						
Beneficios monetarios obtenidos [USD]	34 Millones / Año				2,5 Millones			
Costo Anual del Plan de pérdidas [USD]	15 Millones	2,5 Millones						

Tabla anexo No. 5 Resumen de estrategias empresariales para la reducción de perdidas No-Técnicas.