



Comité Nacional Paraguay  
VII SEMINARIO DEL SECTOR ELÉCTRICO PARAGUAYO  
25, 26 y 27 DE OCTUBRE DE 2006



Unión de Ingenieros de la ANDE  
VI SEMINARIO TÉCNICO – U.I.A

VII/CE-C1-01

## Plan Piloto de Programas de Reducción de Pérdidas en área de influencia de la Agencia Regional Alto Paraná

Ing. Félix Eladio Sosa Giménez

Administración Nacional de Electricidad - ANDE

Paraguay

### RESUMEN

El Plan Piloto de Programas Estructurados de Reducción de Pérdidas en área de influencia de la Agencia Regional Alto Paraná, tiene como objetivo proporcionar un diagnóstico completo para Identificar y Controlar las Pérdidas de Energía Eléctrica en el Sistema de Distribución con líneas radiales de media tensión 23 kV, incluyendo las de baja tensión 380/220 V y de esta manera contribuir para el cumplimiento de la **Directriz N° 5 de la ANDE**, que reza lo siguiente: “Implantar programas de reducción de la morosidad y de las pérdidas de energía eléctrica, con la meta para el año 2006, de **“Obtener 0% de crecimiento de las Pérdidas de Energía Eléctrica.”**”

Para el desarrollo e implementación del plan piloto se ha seleccionado tres localidades que son atendidas por diferentes electricistas residentes.

Luego de la determinación precisa y de la digitalización de las líneas de media tensión y de los puestos de distribución de estas 3 áreas, se han instalados los medidores totalizadores en media tensión en la entrada (fronteras) de cada área, estos medidores registran la totalidad de la energía activa y reactiva suministrada en cada área.

Los equipos de mediciones mencionados se han instalados en el mes de noviembre del año 2005, y a partir de esta fecha se viene calculando las pérdidas globales de las tres zonas en estudio. Dicho cálculo se realiza llevando en cuenta la diferencia entre la sumatoria de la energía registrada por los medidores de los clientes individuales y el medidor totalizador instalado en la entrada del área en estudio.

El estudio de pérdidas globales (Incluyendo pérdidas técnicas y no técnicas en 23 kV) en los primero ocho ciclos de este año arrojó los siguientes resultados:

felix\_sosa@ande.gov.py

- 1) Localidad Santa Fe con Medidor N°:1284745.....Pérdida Promedio mensual: 30,30 %.
  - 2) Colonia Pikyry con Medidor N°:1284729.....Pérdida Promedio mensual: 27, 58 %.
  - 3) Colonia Itaipu-i con Medidor N°:1284750.....Pérdida Promedio mensual: 35, 79 %.
- Pérdida promedio mensual de las tres áreas en estudio..... 30,27 %.

Una vez determinada las pérdidas Globales de la energía activa, la Agencia Regional ha determinado las acciones para rectificar los índices obtenidos, inicialmente se verificó todos los medidores (540) instalados dentro del área de influencia de las tres áreas en estudio, donde se han regularizados todas las irregularidades encontradas, cambiando los medidores averiados, interviniendo por robo de energía, lacrando los equipos de medición, etc.

Después de la regularización del aproximadamente 90 % de las irregularidades encontradas, en el ciclo 09/06, nuevamente se ha realizado el estudio de pérdidas globales, que arrojó los siguientes resultados:

- 1) Localidad Santa Fe con Medidor N°:1284745.....Pérdida Promedio mensual: 15,38 %.
  - 2) Colonia Pikyry con Medidor N°:1284729.....Pérdida Promedio Mensual: 19,93 %.
  - 3) Colonia Itaipu-i con Medidor N°:1284750.....Pérdida Promedio mensual: 11,49 %.
- Pérdida promedio mensual de las tres áreas en estudio.....16,51 %.

De los 540 suministros verificados, 424 presentan diferencia de carga, donde la potencia declarada en la ANDE es de 4.849.690 W y la potencia instalada en el terreno de 7.810.360 W, registrando una diferencia de 2.960.670 W, significa que la carga declarada representa solamente el 62 % de la carga instalada.

Estas diferencias encontradas fueron comunicadas a los clientes y actualizadas en el sistema de la ANDE, que resultó una facturación de 37.605.102 guaraníes por concepto de derecho de conexión y 78.063.481 gs. por garantía de consumo, totalizando la suma de 115.668.583 guaraníes.

Tambien fueron intervenidos 13 suministros, que representa para la ANDE una recaudación del 68.209.325 de guaraníes.

Además, resultado de los cambios de los medidores averiados se ha realizado la liquidación de la energía no facturada por seis meses de 17 suministros, que representa para la institución una facturación de 7.427.924 guaraníes.

La sumatoria de la facturación por la actualización de carga, las intervenciones y la energía no facturada asciende a **191.305.832 de guaraníes**.

El costo total de la implantación del proyecto de las tres áreas asciende a 118.493.500 de guaraníes.

**La Relación Beneficio/Costo de la imlementación del plan piloto es de 1,55**, sin tomar en cuenta el aumento de la facturación mensual por la reducción de pérdidas y la codificación de los Alumbrados Publico.

Esta en proceso de actualización del Alumbrado Publico, principalmente de la zona urbana de Santa Fe del Parana.

El Dpto. de Ingeniería de Distribución, dependiente de la División de Proyectos y Obras de la Gerencia Comercial, realizó un levantamiento minucioso de las características técnicas de las redes de media tensión y puestos de distribución de la Localidad de Santa Fe, para el calculo de las pérdidas técnica, que incluyen el correspondiente a efecto joule en la línea MT (BT no se incluyó) y el correspondiente a todos los transformadores instalados (pérdidas en vacío y por efecto joule), cuyo resultado preliminar arrojó el 12,96 % de pérdidas técnicas en dicha Localidad.

## **PALABRAS CLAVES**

Plan Piloto de Programas Estructurados de Reducción de Pérdidas.

Proporcionar un diagnostico completo para Identificar y Controlar las Pérdidas de Energía Eléctrica en el Sistema de Distribución con líneas radiales de media tensión 23 kV., incluyendo las de baja tensión 380/220 V.

Reducir las pérdidas globales a través de las regularizaciones de las irregularidades encontradas.

Determinar hasta que porcentaje mínimo de pérdidas globales podemos llegar con las tecnologías utilizadas actualmente en el Sistema de Distribución.

Realizar procedimientos operacionales de aplicación para la implantación de este modelo en líneas radiales de 23 kV

## **1 - INTRODUCCION**

El Plan Piloto de Programas Estructurados de Reducción de Pérdidas en área de influencia de la Agencia Regional Alto Paraná, tiene como objetivo proporcionar un diagnostico completo para Identificar y Controlar las Pérdidas de Energía Eléctrica en el Sistema de Distribución con líneas radiales de media tensión 23 kV, incluyendo las de baja tensión 380/220 V y de esta manera contribuir para el cumplimiento de la **Directriz N° 5 de la ANDE**, que reza lo siguiente: ***“Implantar programas de reducción de la morosidad y de las pérdidas de energía eléctrica, con la meta para el año 2006, de “Obtener 0% de crecimiento de las Pérdidas de Energía Eléctrica.***

## **2 – CRONOLOGIA DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

La cronología de las acciones o actividades llevadas a cabo en el contexto del modelo de procedimiento implementado por la Agencia Regional Alto Parana, es la siguiente :

### **Etapa 1: Reuniones con los electricistas residentes.**

La Ag. Reg. Alto Paraná, ha dado inicio a este modelo con una serie de reuniones de trabajo realizadas con la participación de las diferentes Secciones y Sectores que componen dicha Agencia, y con la participación plena y activa de los Electricistas Residentes. Dichas reuniones se realizan una vez al mes y tuvo inicio en el año 2005.



**Figura 1 : Reunion de los Electricistas Residentes**

En estas reuniones fueron debatidas las fortalezas y debilidades en cuanto al desempeño y las responsabilidades de los Electricistas Residente, y principalmente se buscó una mayor participación de los mismos para combatir o reducir las pérdidas en las respectivas áreas de influencias.



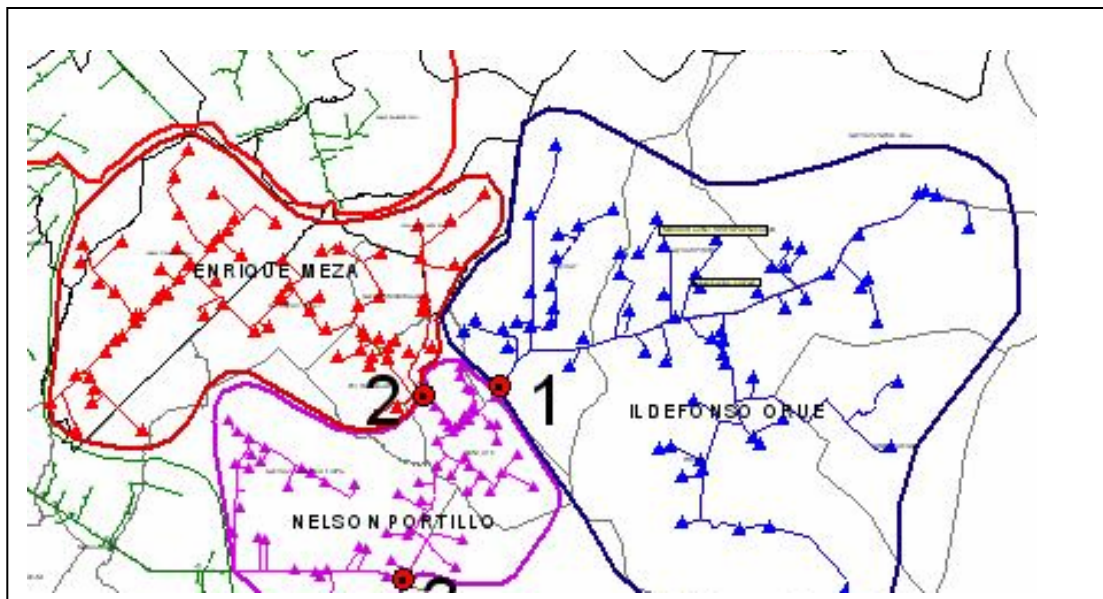
**Figura 2 : Coordinación y evaluación del Proyecto**

**Etapa 2:** Para el desarrollo e implementación del plan piloto se ha seleccionado tres localidades que son atendidas por diferentes electricistas residentes.

Localidad	Responsable	Línea MT (Km.)	Cantidad de Clientes
Santa Fe	Nelson Portillo	64,16	318
Itaipu-í - Gleva 11	Enrique Meza	88,18	92
Pikyry	Ildefonso Orué	111,39	130
Totales		257,73	540

**Etapa 3:** Determinación de los puntos para la instalación de los Medidores totalizadores.

Luego de la determinación precisa y de la digitalización de las líneas de media tensión y de los puestos de distribución de estas 3 áreas, se han identificados los puntos donde serán instalados los medidores totalizadores en media tensión en la entrada (fronteras) de cada área.



**Figura 3 :** Ubicacion georreferenciada de los tres puntos determinados para la instalacion de los medidores totalizadores

**Etapa 4:** Montaje físico de los Medidores Totalizadores en la entrada de cada área de influencia definida.

Una vez logrado el levantamiento total de los datos relacionados con las tres áreas tomadas como muestras se procedió al montaje de los medidores totalizadores, con el fin de registrar el consumo total de energía eléctrica en dichas zonas de referencias.

El objetivo de esta etapa es determinar la diferencia en el consumo registrado por el medidor totalizador y el consumo facturado, de tal forma a tomar las medidas o acciones correctivas que permitan reducir dicha diferencia, que de hecho consiste en pérdidas para la ANDE.



**Figura 4 : Medidor Totalizador instalado en la entrada de Colonia de Santa Fe**


**Etapa 5:** *Cálculo de las pérdidas totales.*

El estudio de las pérdidas totales o globales, en cada área determinada, se realiza a partir de informaciones de la facturación del consumo de los usuarios de esa área (sumatoria de la energía registrada por los medidores de los clientes), y del sistema de medición que provea la información de la totalidad de energía suministrada en esa área.

En la Tabla I, se puede apreciar que desde el ciclo 01/06 al ciclo 08/06 se registra una diferencia entre el consumo registrado por el medidor totalizador y el consumo total facturado en las tres zonas tomadas como muestras. Estas diferencias se traducen en una pérdida promedio mensual totales o globales en 23 kV de:

- 30,30 % en la Localidad de Santa Fe.
- 27,58 % en la Localidad de Pykyry.
- 35,79 % en la Localidad de Itaipú o Gleba 11.
- 30,27 % promedio del mes de la tres areas.

**Tabla I : Medidor Totalizador instalado en la entrada de Colonia de Santa Fe**

 <b>AGENCIA REGIONAL ALTO PARANÁ</b> BALANCE ENERGÉTICO DE TRES ÁREAS DE INFLUENCIAS DE ELECTRICISTAS RESIDENTES								
<b>Colonia Santa Fe</b>								
		<b>Medidor 1284745</b>	<b>Itinerario: 62</b>		<b>Electricista Residente: Nelson Portillo</b>			
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Constante	Registro Totalizador (Kwh.)	Consumo Facturado (Kwh.)	Diferencia Kwh.	% Perdidas	
Ciclo 01/06	827,86	1000,46	172,6	2421,05263	186.687	114221	72.466	38,82%
Ciclo 02/06	1000,46	1240,91	240,45	2421,05263	243.485	127974	115.511	47,44%
Ciclo 03/06	1240,91	1397,66	156,75	2421,05263	158.869	150803	8.066	5,08%
Ciclo 04/06	1397,66	1571,74	174,08	2421,05263	175.841	119219	56.622	32,20%
Ciclo 05/06	1571,74	1739,79	168,05	2421,05263	168.408	115567	52.841	31,38%
Ciclo 06/06	1739,79	1914,69	174,9	2421,05263	178.916	120556	58.360	32,62%
Ciclo 07/06	1914,69	2104,37	189,68	2421,05263	209.881	159932	49.949	23,80%
Ciclo 08/06	2104,37	2348,56	244,19	2421,05263	248.400	186380	62.020	24,97%
<b>Promedio</b>					1.570.488	1.094.652	475.836	<b>30,30%</b>
<b>Colonia Pikyry</b>								
		<b>Medidor 1284729</b>	<b>Itinerario: 71</b>		<b>Electricista Residente: Ildefonso Orue</b>			
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Constante	Registro Totalizador (Kwh.)	Consumo Facturado (Kwh.)	Diferencia Kwh.	% Perdidas	
Ciclo 01/06	346,83	410,17	63,34	2421,05263	153.349	124620	28.729	18,73%
Ciclo 02/06	410,17	505,88	95,71	2421,05263	231.719	137678	94.041	40,58%
Ciclo 03/06	505,88	567,15	61,27	2421,05263	148.338	119007	29.331	19,77%
Ciclo 04/06	567,15	634,63	67,48	2421,05263	163.373	108887	54.486	33,35%
Ciclo 05/06	634,63	699,57	64,94	2421,05263	157.223	126159	31.064	19,76%
Ciclo 06/06	699,57	766,2	66,63	2421,05263	161.315	129609	31.706	19,65%
Ciclo 07/06	766,2	839,99	73,79	2421,05263	178.649	113271	65.378	36,60%
Ciclo 08/06	839,99	935,72	95,73	2421,05263	231.767	173306	58.461	25,22%
<b>Promedio</b>					1.425.734	1.032.537	393.197	<b>27,58%</b>
<b>Colonia Itaipu-i o Gleba 1*</b>								
		<b>Medidor 1284750</b>	<b>Itinerario: 66</b>		<b>Electricista Residente: Enrique Meza</b>			
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Constante	Registro Totalizador (Kwh.)	Consumo Facturado (Kwh.)	Diferencia Kwh.	% Perdidas	
Ciclo 01/06	152,2	184,35	32,15	2421,05263	77.837	58026	19.811	25,45%
Ciclo 02/06	184,35	228,52	44,17	2421,05263	106.938	61178	45.760	42,79%
Ciclo 03/06	228,52	258,38	29,86	2421,05263	72.293	61473	10.820	14,97%
Ciclo 04/06	258,38	292,35	33,97	2421,05263	82.243	41389	40.854	49,67%
Ciclo 05/06	292,35	325,9	33,55	2421,05263	81.226	62102	19.124	23,54%
Ciclo 06/06	325,9	360,27	34,37	2421,05263	83.212	47591	35.621	42,81%
Ciclo 07/06	360,27	389,47	29,2	2421,05263	70.695	50731	19.964	28,24%
Ciclo 08/06	389,47	435,33	45,86	2421,05263	111.029	57664	53.365	48,06%
<b>Promedio</b>					685.473	440.154	245.319	<b>35,79%</b>
<b>Promedio General de las 3 áreas en estudio</b>					<b>3.681.695</b>	<b>2.567.343</b>	<b>1.114.352</b>	<b>30,27%</b>

**Etapa 6:** Acciones llevadas a cabo para rectificar los índices obtenidos.

La Agencia Regional Alto Paraná, en el mes de julio de 2006, ha conformado un equipo de trabajo integrado por funcionarios de la ANDE y del Electricista Residente responsable de la zona afectada, con el fin de realizar acciones concretas de regularización del 100 % de los suministros en el área de influencia de las tres Colonias tomadas como muestras.

Como parte del plan de trabajo se han realizados las siguientes acciones en el terreno.

- Verificación de las precintas de seguridad de los medidores
- Verificación de las precintas de seguridad de los TCs.
- Fijación de medidor tumbado.

- Corrección de inversión de fases.
- Corrección de inversión de TCs.
- Cambio de medidor.
- Retiro de acometida de conexión directa.
- Colocación de tapa bornera y posterior precintado.
- Detección de punto caliente en la entrada de servicio.
- Notificación para actualización de carga.
- Notificación para cambio de columnita en mal estado.
- Notificación para cambio de nicho de medidor que se encuentre en mal estado.
- Notificación para cambio de acometida.
- INTERVENCION de suministros con medidores manipulados, conexión directa, derivación y otras irregularidades.

La **Tabla II**, ilustra la cantidad de suministros intervenidos y el monto facturado en concepto de Gastos de Intervención, Energía No Facturada y la Multa (Ley 966).

**Tabla II**

<b>Localidad</b>	<b>Cant. Clientes Intervenidos</b>	<b>Monto Facturado (Gs)</b>
Col. Santa Fe	4	8.794.699
Col. Itaipu-i	3	9.944.116
Col. Pikyry	6	49.470.510
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>68.209.325</b>

En la **Tabla III**, se puede observar los resultados obtenidos con relación a la diferencia de **Potencia Declarada y la Potencia Instalada** de los suministros en las tres áreas tomada en el plan piloto, en las cuales se han realizados los trabajos de campo mencionados anteriormente.

**Tabla III**

<b>Localidad</b>	<b>Cantidad Clientes</b>	<b>Potencia Declarada(W)</b>	<b>Potencia Instalada(W)</b>	<b>Diferencia (W)</b>	<b>% Pot. Declarada</b>
Santa Fe	318	1.756.040	3.205.560	1.449.520	55
Itaipu-i	92	1.185.540	1.961.100	775.560	60
Pykyry	130	1.908.110	2.643.700	735.590	72
<b>Total</b>		<b>4.849.690</b>	<b>7.810.360</b>	<b>2.960.670</b>	<b>62</b>



Fueron verificados un total de 540 suministros, de los cuales el 424 presentan diferencia de carga. A partir de esta diferencia detectada se procede a la actualización de los suministros afectados de acuerdo a los datos traídos del terreno, que en la **Tabla IV** se observa la facturación total.

**Tabla IV**

Localidad	Derecho de Conexión (Gs)	Garantía de Consumo (Gs)	Total Facturado (Gs)
Col. Santa Fe	26.648.521	40.498.011	67.146.532
Col. Itaipu-i	2.675.880	16.890.618	19.566.498
Col. Pykyry	8.280.701	20.674.852	28.955.553
<b>Total</b>	<b>37.605.102</b>	<b>78.063.481</b>	<b>115.668.583</b>

Además, resultado de los cambios de los medidores averiados se ha realizado la liquidación de la energía no facturada por seis meses de 17 suministros, que representa para la institución una facturación de 7.427.924 guaraníes.

La **Tabla V** ilustra el monto total facturado por la regularizaciones de las irregularidades encontradas en las tres áreas en estudio.

**Tabla V**

Concepto	Monto Facturado (Gs.)
Intervención (Multas)	68.209.325
Energía no facturada	7.427.924
Actualización de carga	115.668.583
<b>Total</b>	<b>191.305.832</b>

Además de todas las regularizaciones realizadas, esta en proceso de actualización del Alumbrado Público, principalmente de la zona urbana de Santa Fe del Paraná.

**Etapa 7:** *Calculo de pérdidas totales después de las regularizaciones de la irregularidades detectadas en el terreno.*

Después de la regularización del aproximadamente 90 % de las irregularidades encontradas, en el ciclo 09/06, nuevamente se ha realizado el estudio de pérdidas globales, que arrojó los siguientes resultados:

<b>Colonia Santa Fe</b>		<b>Medidor 1284745</b>	<b>Itinerario: 62</b>	<b>Electricista Residente: Nelson Portillo</b>				
	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Constante	Registro Totalizador (Kwh.)	Consumo Facturado (Kwh.)	Diferencia Kwh.	% Perdidas
Ciclo 09/06	2348,37	2538,43	190,06	2421,05263	194.507	164.600	29.907	15,38%
<b>15,38%</b>								
<b>Colonia Pikyry</b>		<b>Medidor 1284729</b>	<b>Itinerario: 71</b>	<b>Electricista Residente: Ildefonso Orue</b>				
	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Constante	Registro Totalizador (Kwh.)	Consumo Facturado (Kwh.)	Diferencia Kwh.	% Perdidas
Ciclo 09/06	935,72	1011,86	76,14	2421,05263	184.339	147.597	36.742	19,93%
<b>19,93%</b>								
<b>Colonia Itaipu-i o Gleba 1'</b>		<b>Medidor 1284750</b>	<b>Itinerario: 66</b>	<b>Electricista Residente: Enrique Meza</b>				
	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Constante	Registro Totalizador (Kwh.)	Consumo Facturado (Kwh.)	Diferencia Kwh.	% Perdidas
Ciclo 09/06	435,33	468,91	33,58	2421,05263	81.299	71.959	9.340	11,49%
<b>11,49%</b>								
<b>Promedio General de las 3 áreas en estudio</b>					<b>460.145</b>	<b>384.156</b>		<b>16,51%</b>

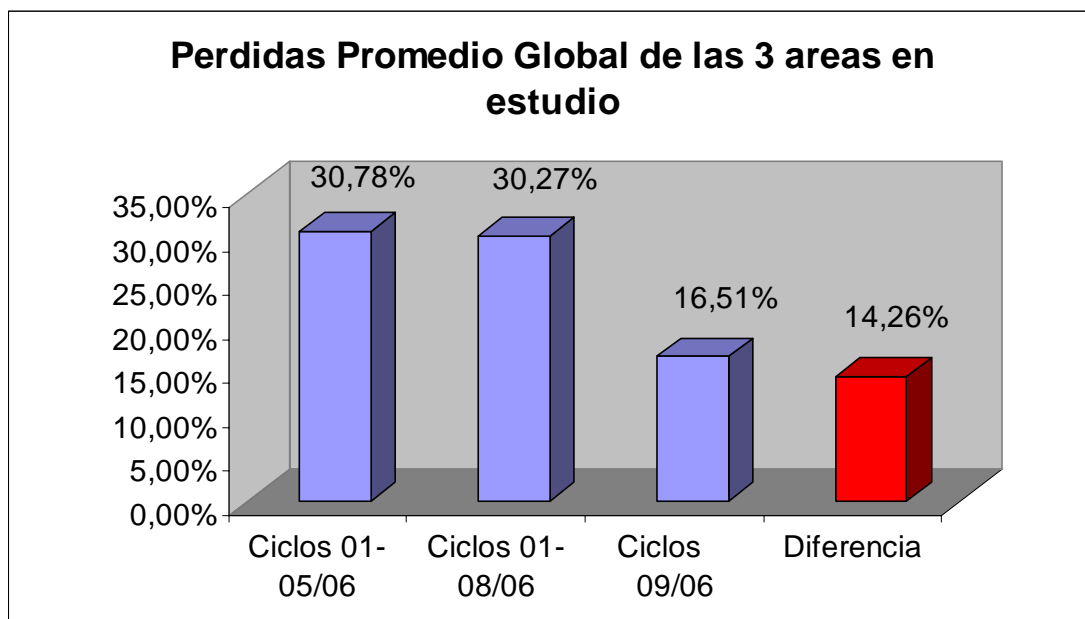
- 15,38 % en la Localidad de Santa Fe.
- 19,93 % en la Localidad de Pykyry.
- 11,49 % en la Localidad de Itaipu' o Gleba 11.
- 16,51 % promedio del mes de la tres areas

**Etapa 8:** Comparación del porcenje de pérdidas totales antes y después de las regularizaciones de las irregularidades encontradas en el terreno.

En el primer ciclo de facturación después de la regularización de aproximadamente 90 % de las irregularidades encontradas en los medidores, se registro una reducción de pérdida mensual del **14,26 %**, en las tres áreas de estudio, este resultado se aprecia en la **Tabla VI**.

**Tabla VI**

<b>Ciclos</b>	<b>Colonia Santa Fe</b>	<b>Colonia Pikyry</b>	<b>Colonia Itaipu-i</b>	<b>Promedio</b>
Ciclos 01-05/06	32,73%	27,83%	32,43%	30,78%
Ciclos 01-08/06	30,30%	27,58%	35,79%	30,27%
Ciclos 09/06	15,38%	19,93%	11,49%	16,51%
Diferencia	17,36%	7,90%	20,94%	14,26%



**Figura 5 : Reducción de pérdidas totales**

Etapa 9: Estudio de pérdidas técnicas

El Dpto. de Ingeniería de Distribución, dependiente de la División de Proyectos y Obras de la Gerencia Comercial, realizó un levantamiento minucioso de las características técnicas de las redes de media tensión y puestos de distribución de la Localidad de Santa Fe, para el cálculo de las pérdidas técnica, que incluyen el correspondiente a efecto joule en la línea MT (BT no se incluyó) y el correspondiente a todos los transformadores instalados (pérdidas en vacío y por efecto joule), cuyo resultado preliminar arrojó el 12,96 % de pérdidas técnicas en dicha Localidad.

**3 – RELACION BENEFICIO/COSTO**

Con el fin de determinar la relación Bneficio/Costo de este modelo de trabajo se procede previamente a determinar el costo total de plan piloto, el cual se refleja en la siguiente Tabla.

Concepto	Cantidad	Costo Unit. (GS.)	Costo Total (Gs.)
Equipo de medición MT	3 Unid.	27.000.000	81.000.000
Medidor monofasico	38	81.000	3.078.000
Medidor trifasico	46	243.000	11.178.000
Combustible	490 litros	4.350	2.131.500
Recurso Humano y Vehiculo	30 dias		20.000.000
Gasto Administrativo			5.642.000
<b>Total General (Gs.)</b>			<b>123.029.500</b>

La Relación del Beneficio/Costo de la implementación del plan piloto es de 1,55, sin tomar en cuenta el aumento de la facturación mensual por la reducción de pérdidas y la codificación de los Alumbrados Públicos, dicho índice se ilustra en la Tabla VII.

**Tabla VII.**

PLANILLA DE CÁLCULO BENEFICIO/COSTO	
Referencia	Guaraníes
Facturación en concepto de multas, energía no facturada y actualización de carga	191.305.832
Costo Total del plan piloto	123.029.500
Índice Beneficio/Costo	1,55

#### **4 – CONCLUSIÓN**

Considerando el índice de pérdidas encontrada inicialmente y la reducción después de las acciones tomadas sobre las irregularidades, creemos que el modelo es válido como herramienta para proporcionar un diagnóstico completo para Identificar y Controlar las Pérdidas de Energía Eléctrica en el Sistema de Distribución con líneas radiales de media tensión 23 kV, incluyendo las de baja tensión 380/220 V y llevando en cuenta el Beneficio/Costo del proyecto, sugerimos la implementación en todo el país. Estamos seguros, que este *Plan Piloto de Programas Estructurados de Reducción de Pérdidas* es el punto de inflexión para identificar y controlar las pérdidas, principalmente en líneas radiales.

#### **REFERENCIAS**

Sistema OPEN SGC.  
 Memos e informes varios de la Agencia Regional Alto Paraná.  
 Actas de Reuniones.