

# Desarrollo e implementación de solución de telemetría, en la Empresa de Distribución Eléctrica de Guayaquil, para la reducción de pérdidas

Eddie Calderón Muñoz <sup>(1)</sup>, Sergio Flores Macías <sup>(2)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y computación <sup>(1) (2)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) <sup>(1) (2)</sup>  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador <sup>(1) (2)</sup>  
[calderom@espol.edu.ec](mailto:calderom@espol.edu.ec) <sup>(1)</sup>, [sflores@espol.edu.ec](mailto:sflores@espol.edu.ec) <sup>(2)</sup>

## Resumen

Este trabajo presenta las acciones tecnológicas tomadas para enfrentar el problema creciente de las pérdidas eléctricas en nuestro país y de manera especial en la ciudad de Guayaquil. Este inconveniente en nuestro país era muy grave; y en medio de esa gravedad, existía una empresa de distribución eléctrica en especial que, en el año 2004, concentraba el 30,72 % del total de las pérdidas. El trabajo que se realizó en la empresa distribuidora de energía eléctrica de Guayaquil, fue un reto tecnológico debido especialmente a que en el país, era el primer esfuerzo que se realizaba para, con tecnología de punta, atacar esta problemática.

Se decidió trabajar con un único modelo de medidores: Alpha Plus 2, lo cual permitió concebir la quijotesca idea de entonces de apostar por la tecnología local y desarrollar en nuestro país, una tarjeta de comunicaciones que pueda ser instalada en el interior de los medidores. Esta arriesgada idea finalmente hizo posible la implementación y sustentabilidad del proyecto. El reto no solo contemplaba acciones tecnológicas; sino la coordinación de muchas áreas internas y empresas externas tales como Ecuador Telecom, Conecel y Barrick.

Finalmente se logró implementar con éxito el proyecto y lo más importante implantar una cultura de telemetría eléctrica en el país que perdura hasta nuestros días.

**Palabras Claves:** Telemetría eléctrica, pérdidas eléctricas técnicas y no técnicas, empresa de distribución eléctrica.

## Abstract

This paper presents the technological actions taken to face the growing problem of electrical losses in our country and especially in the city of Guayaquil. This drawback in our country was very severe, and in the midst of that severity, there was an electric distribution company in particular that, in 2004, concentrated 30.72 % of total losses. This work, performed in the electric power distribution company of Guayaquil, was a technological challenge, especially because in the country, was the first effort that was made for, with advanced technology, to attack this problem.

It was decided to work with a single model of electric meters: Alpha Plus 2, which allowed conceive the idea to develop in our country, a communication board that can be installed inside of the meters. This risky idea finally made possible the implementation and sustainability of the project. The challenge is not only watching tech stocks, but also the coordination of many areas inside and outside companies such as Telecom Ecuador, Conecel and Barrick.

Finally, we were able to successfully implement the project and most importantly introducing a culture of power telemetry in the country that continues to these days.

**Keywords:** Electric telemetry, electrical losses, electric distribution company.

## 1. Introducción

El escenario de pérdidas de energía en las empresas distribuidoras de electricidad en el país, en el año 2004, era muy desfavorable. El porcentaje de pérdidas a nivel país era muy cercano al 24%. Dentro de este ambiente negativo, existía una empresa distribuidora que, por su tamaño, era la que más energía eléctrica perdía: CATEG. Había que hacerse algo y evitar que esto se siga dando año a año.

Según información del Conelec, en el año 2004 las pérdidas por distribuidora eran las siguientes:

**Tabla 1.** Pérdidas mensuales de Energía Eléctrica

PÉRDIDAS MENSUALES DE ENERGÍA DE EMPRESAS DISTRIBUIDORA EN EL AÑO 2004							
MES	DISPONIBLE (MWh)	PÉRDIDAS TÉCNICAS (MWh)	PÉRDIDAS TÉCNICAS (%)	PÉRDIDAS NO TÉCNICA (MWh)	PÉRDIDAS NO TÉCNICAS (%)	TOTAL PÉRDIDAS DISTRIBUIDOR (MWh)	TOTAL PÉRDIDAS DISTRIBUIDOR (%)
ENERO	984.132,45	101155,67	10,28	151114,27	15,36	252269,94	25,63
FEBRERO	918.080,15	88185,06	9,61	108562,26	11,82	196747,32	21,43
MARZO	1015234,1	104599,98	10,30	167345,74	16,46	271945,72	26,76
ABRIL	976011,78	97928,95	10,03	117388,5	12,06	215317,45	22,09
MAYO	998887,19	101747,69	10,18	129504,44	12,95	231252,13	23,13
JUNIO	943371,16	98402,65	9,91	106058,01	11,25	194460,66	21,16
JULIO	952508,7	95495,66	10,02	119753,2	13,62	215188,86	23,64
AGOSTO	948106,68	95452,19	10,07	117990,1	13,50	213442,29	23,57
SEPTIEMBRE	954138,99	97125,43	10,18	119084,3	13,53	216209,73	23,71
OCTUBRE	997650,05	102548,82	10,28	145044,64	14,54	247593,46	24,82
NOVIEMBRE	965055,15	96722,93	10,02	132529,67	13,73	229252,6	23,76
DICIEMBRE	1052733,75	109025,9	10,36	176799,19	16,79	285825,09	27,15
<b>TOTAL</b>	<b>11.705.910,15</b>	<b>1183300,83</b>	<b>10,11</b>	<b>1621249,32</b>	<b>13,85</b>	<b>2804550,15</b>	<b>23,96</b>

Estamos viendo que en el país se perdía cerca de la cuarta parte (23,96%) de la energía disponible para su comercialización [1]. Dentro de este contexto, la CATEG-D en el 2004 perdió 861.472,07 MWh; esto representa el 30,72 % del total de energía que se perdió en el Ecuador en dicho año. Prácticamente duplicó las pérdidas de Quito (430.425,15 MWh) que estaba en el segundo lugar.

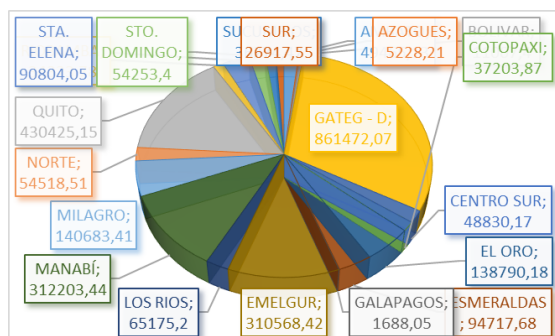


Figura 1. Energía perdida por Distribuidor 2004

El escenario tecnológico era ideal para introducir en el país y específicamente en una empresa distribuidora, una solución de telemetría que aportara con los datos necesarios para tomar decisiones gerenciales, basadas en información real y fidedigna, que ataquen estos problemas de pérdida. El avance tecnológico estaba presente no sólo en los medidores eléctricos; sino que las redes de telecomunicaciones habían extendido su cobertura de manera exponencial, prácticamente cubriendo toda la ciudad de Guayaquil. Dos de las redes de comunicación que más crecieron en cobertura fueron Wimax y Celular. Muchas empresas, a nivel de Sudamérica aportaban con aplicaciones de telemetría multivendedor y maduras capaces de entender el protocolo de comunicación de las marcas y modelos de medidores de mayor comercialización.

Frente a este ambiente con valores de pérdidas eléctricas por encima de los estándares internacionales [2], lo más responsable era hacer uso de la tecnología, rediseñar determinados procesos y enfrentar esta problemática eléctrica en las comercializadoras con tendencia a empeorar.

## 2. Metodología

### 2.1. Requerimientos de la solución

El objetivo específico de esta solución fue implementar un esquema tecnológico que sea capaz de obtener la data o parámetros eléctricos de 3.600 medidores eléctricos en la ciudad de Guayaquil y orientar este esfuerzo hacia la reducción de las

pérdidas eléctricas. Para ello, la CATEG necesitaba que se dote de telemetría a 3.600 medidores eléctricos instalados en sus abonados correspondientes a su zona de concesión en Guayaquil. Concedora la CATEG del perfil de consumo de cada uno de sus clientes, ellos decidirían que medidor se iba a telemetrar. Una vez generado el listado, Bismark debería realizar todas las acciones tecnológicas necesarias para depositar la información colectada de cada uno de esos medidores en servidores instalados en las oficinas centrales de la Garzota. CATEG era la encargada de tomar dicha DATA y exportarla a su sistema para convertirla en información útil para su negocio; esto es: detectar usuarios fuera de perfil de consumo, facturación, fraude o robo de energía, control a clientes (que cliente se sienta que se lo está controlando por medio de la tecnología), posible venta de información de su comportamiento eléctrico de consumo a cada abonado, entre otros. El tiempo que se tenía para instalar la solución era de 6 meses y a partir de allí, dedicarse al sostenimiento, mantenimiento, actualizaciones y nuevos desarrollos puntuales o adición de nuevos abonados de ser necesario. El factor de calidad de servicio de red o tiempo en que el servicio debía estar disponible fue establecido por la CATEG en el 99,5%. Es decir que el sistema en general máximo podía estar caído un máximo tiempo de 3,6 horas al mes. Se requería de un alto grado de disponibilidad pensando en un constante monitoreo de cada uno de los medidores eléctricos de los abonados que incluye el proyecto. Quedó establecido que los tiempos empleados para MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS no son considerados o sumados como HORAS SIN SERVICIO.

CATEG contrató una solución llave en mano; es decir Bismark tenía que encargarse de toda la infraestructura tecnológica y operación. Lo único que aportaría la CATEG son los medidores eléctricos y los servidores o computadores dimensionados por Bismark. En este sentido, los requerimientos de la CATEG fueron: Desarrollo de la solución, instalación de la solución y, soporte, mantenimiento y operación de la solución. Otra parte de la solución que se desarrolló fueron los procesos necesarios para la instalación y la operación.

### 2.2. Diseño de la solución

Existieron básicamente dos etapas de diseño del sistema. En una primera etapa de diseño, se tomaron las primeras decisiones técnicas basándonos en la información proporcionada por la CATEG referente a los abonados que participarían del proyecto de telemetría. Otras variables que nos ayudaron a tomar decisiones en esta primera etapa fueron los objetivos, requerimientos funcionales y operativos del

cliente. Con esta primera información procedente de CATEG y reuniones comenzamos a diseñar toda la solución, operación y mantenimiento del sistema. En esta primera etapa aún no dimensionamos los componentes de la solución. En una segunda etapa de diseño, en base a las decisiones tomadas en la etapa previa, comenzamos a dimensionar cada una de las partes integrantes del sistema.

Las primeras decisiones, basadas en información procedente de CATEG, fueron entre otras el modelo de medidor en los que se implementaría la telemetría, protocolos de comunicación que debería incluir el software de telemedición, redes de acceso de telecomunicaciones disponibles en las zonas geográficas donde estaban instalados los medidores eléctricos, análisis de las capacidades de transmisión de estas redes de acceso; y, características de instalación del medidor de cada abonado. Este último aspecto tenía que ver con el hecho de si el abonado era considerado ISLA (aquellos abonados que poseían instalados medidores eléctricos alejados uno de otro; es decir que en estos medidores eléctricos es necesario ubicar un equipo de comunicaciones por cada abonado o medidor) o CONCENTRADO (son aquellos abonados que poseen medidores eléctricos instalados uno al lado de otro en un tablero eléctrico. Este tipo de conexiones la encontramos en centros comerciales o edificios. El hecho de estar juntos, nos permitió que pudiéramos usar un único enlace de telecomunicaciones por cada tablero o grupo de tableros).

comunicando al mismo a través de un cable interface hasta la tarjeta RS232. Lo complicado de esta opción era que necesitaríamos tener una antena magnética externa omnidireccional y una toma eléctrica disponible de 120 V ac para energizar cada modem externo. Esto, además de los costos e inconvenientes operativos, no era sencillo especialmente en las instalaciones con medidores indirectos. Se conocía que normalmente estos medidores iban a estar a la intemperie, lo que implicaba otra complicación: Instalar una caja al lado de cada medidor como protección de cada modem contra las inclemencias climáticas o vandálicas. Después de estudios y análisis, se decidió que la mejor opción era la construcción de un equipo de comunicación GPRS interno en cada medidor.

El mismo análisis se realizó para llegar a la decisión de elaborar tarjetas internas convertidoras de protocolo serial a Ethernet e instalarlas en el interior de cada uno de los 1.978 medidores eléctricos que se iban a conectar a la red WiMax proporcionada por Ecuador Telecom. Estos medidores eléctricos fueron instalados en los tableros de los 51 centros comerciales y edificios que formaron parte de este proyecto.

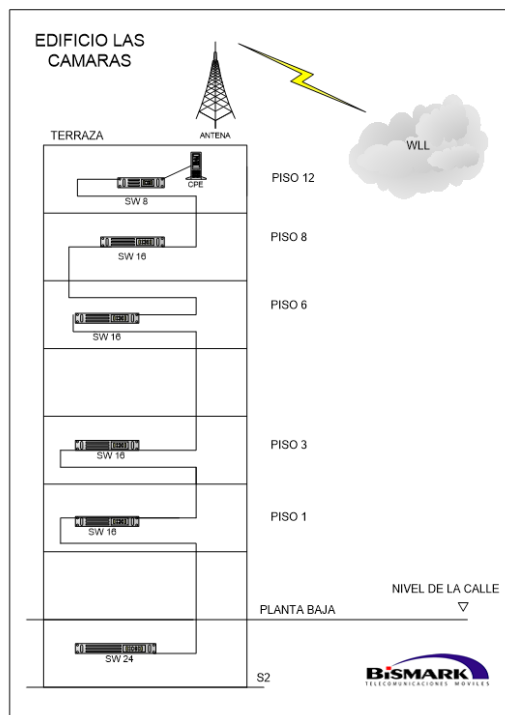
En realidad lo que se hizo fue armar una red LAN de medidores en los edificios. Esto significó la instalación de elementos de redes tipo switches, ruteadores y cablear con cable UTP y STP categoría 5.

**Tabla 2.** Abonados Isla y Concentrados

Tipo de medidor	Tipo de abonados		
	Cantidad de medidores	Red de acceso	Número de Enlaces
ISLA	1.622	GPRS	1.622
CONCENTRADO	1.978	WiMAX	51

Otro aspecto importante dentro del diseño de la solución fue la necesidad de instalar una tarjeta que proporcione conectividad a cada uno de los medidores. El contrato sólo aseguraba la presencia de una tarjeta RS232 en cada medidor; por lo que fue necesario diseñar una tarjeta interna al medidor que se conecte a la RS232 y envíe los datos por la red GPRS. Este equipo interno GPRS debe tener igualmente instalada una antena interna con una ganancia de 3 DBd además de un conector SMI para la posible instalación de una antena externa con una máxima ganancia de 7 DBd en caso de requerirlo. De no haber sido posible este diseño interno, la opción que quedaba era conectar un modem GPRS, en forma externa, a cada uno de los medidores eléctricos,

Un gráfico tipo fue el siguiente:



**Figura 2.** Instalación tipo de un edificio

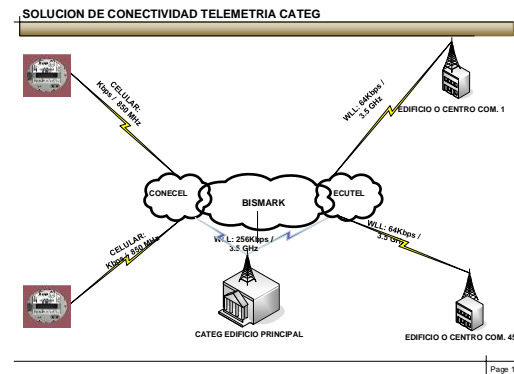
La labor de instalación de esta red LAN de medidores no fue sencilla, especialmente por el cuidado que se debía tenerse al trabajar en un ambiente lleno de conductores eléctricos y su interacción con cables UTP. En muchos lugares se optó por cablear la red con un cable STP para evitar interferencias. Igualmente se tuvo que brindar la seguridad necesaria a todos los equipos de redes que formaban parte de la solución. Esto último se logró, instalando cajas metálicas con llaves y en algunos casos atrás de rejas. En cuanto al número de switches usados, se necesitó de ciento sesenta switches para soportar toda la red de 1.978 medidores.

**Tabla 3.** Equipos Networking y Transmisores

EDIFICIO	MEDIDORES	TRANSMISOR ETHERNET INTERNO	TABLEROS	SW 8P	SW 16P	SW 24P	ANTENAS WLL
Las Cámaras	57	57	5	1	4	1	1
La Rotonda	47	47	5	1	5	0	1
Policentro	144	144	9	4	5	4	4
Mall del Sol	237	237	8	0	2	12	3
Dicentro	69	69	4	0	1	3	1
Atlas	35	35	2	0	1	1	1
Plaza Garzota	28	28	2	0	2	0	1
Mecanos	7	7	1	0	0	1	1
Américas	11	11	1	0	1	0	1
Conauto	25	25	2	0	2	0	1
Finansur	20	20	1	0	0	1	0
Salco	16	16	2	0	2	0	1
Classic	11	11	1	0	0	1	1
Quit 1	25	25	2	0	2	0	1
Berlín	15	15	3	2	1	0	1
Centrum	34	34	3	0	2	1	1
Juliana	29	29	2	0	0	2	1
Ferremundo	5	5	1	1	0	0	1
Induauto	80	80	6	1	3	2	1
Las Fragancias	5	5	1	1	0	0	1
Contemporáneo	9	9	1	0	1	0	1
Olimpico	30	30	4	1	3	0	1
Citybank	22	22	3	1	2	0	1
Gran Pasaje 1	12	12	2	0	1	0	0
Gran Pasaje 2	126	126	12	0	9	3	1
Kil 1	10	10	1	0	1	0	1
Casa de Cultura	3	3	1	1	0	0	1
Torre azul	62	62	7	2	2	3	1
Fortín	49	49	6	0	6	0	1
Banco Pichincha	8	8	1	0	1	0	1
Cachugran	5	5	1	1	0	0	1
Unicentro	93	93	6	1	2	2	1
Orellana	54	54	4	0	2	2	1
Cofin	18	18	1	0	0	1	1
Quezada	6	6	1	1	0	0	1
Torres Edén	47	47	3	1	0	2	1
Multiparq. BB	9	9	1	0	1	0	1
Rocamar	18	18	1	0	0	1	1
Clínica Kennedy	132	132	5	0	5	4	3
C.C. Centro Sur	22	22	3	1	2	0	1
C.C. Américas	13	13	1	0	1	0	1
S.F. 300	141	141	6	0	4	5	1
Concorde	40	40	3	0	2	1	1
C.C. Urdesa	96	96	4	0	1	4	2
La Góndola	53	53	3	0	1	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>1.978</b>	<b>1.978</b>	<b>21</b>	<b>80</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	

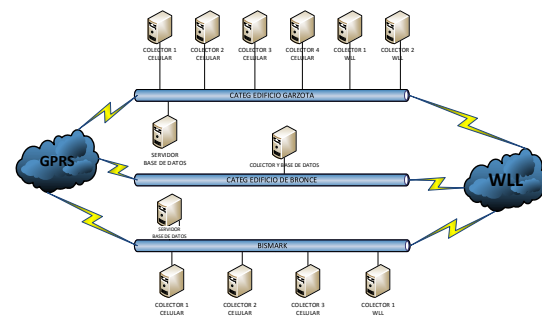
Otro reto interesante fue diseñar y dimensionar una gran red IP de medidores que se interconecten por medio de diferentes tecnologías de comunicación; en donde todas y cada una de dichas IP debían ser alcanzadas desde dos diferentes centros de colección pertenecientes a dos diferentes empresas. Se estableció que el acceso a la DATA de cada medidor sea desde 2 diferentes puntos geográficos como una

forma de seguridad y respaldo a dicha información. El esquema usado fue el siguiente:



**Figura 3.** Solución Conectividad CATEG

Las redes de telecomunicaciones usadas fueron GPRS ofrecida por Conecel Porta y WiMax brindada por Ecuador Telecom. Esta última, tenía ventajas tales como su capacidad para soportar eficientemente enlaces simétricos y su utilidad para aplicaciones fijas [3]. Se pensó utilizar redes de comunicación Mesh; pero eso significaba cambiar de medidores y armar una infraestructura con colectores. Aún no estaba maduro este concepto en el país, además que representaba una alta inversión en nuevos medidores. Las ventajas de estas redes Mesh era que podía abarcar grandes distancias además de la virtud de encontrar rutas nuevas de conexión frente a posibles daños de otras [4]. Un aspecto muy importante dentro del diseño de este tipo de soluciones de telemetría fue el que tiene que ver con los recursos (servidores) que se encargaron de la colección de los datos y la conversión de esos datos en información útil para el negocio. Esta etapa fue la que consumió el cliente final y que le permitió tomar decisiones con menor riesgo porque estaban basadas en información real; y, además le ayudó en su gestión en este caso direccionada a la reducción de pérdidas. El esquema de servidores que se diseñó y que estuvo presente en el edificio de la eléctrica y en la empresa proveedora de la solución fue el siguiente:



**Figura 4.** Distribución Servidores Telemetría

### 2.3. Implementación de la solución

La etapa de implementación del sistema demandó de una coordinación intensiva entre la empresa proveedora de la solución (Bismark), la empresa contratante (CATEG), las empresas de telecomunicaciones y los 3.600 diferentes abonados quienes tenían en sus dependencias físicas instalados los medidores eléctricos. El primer paso fue establecer procedimientos de trabajo de instalación. Fue de mucha importancia y clave para el proyecto, desarrollar procesos de instalación de equipos. Esto permitió que las responsabilidades de cada integrante del proyecto queden claramente establecidas. Como vamos a observar en este reporte, los puntos que se tomaron en cuenta fueron variados, dependiendo incluso de la tecnología a usar. Este primer paso también nos ayudó a tener en mente con anticipación los equipos humanos de trabajo que deberíamos ir formando, las coordinaciones con las diferentes empresas, los equipos tecnológicos que debemos ir adquiriendo, las herramientas de trabajo de cada equipo humano, entre otras cosas.

En lo referente a los equipos de comunicación interna en los medidores, una vez decidida la marca y modelo del medidor eléctrico a teledirigir, se procedió a contratar a la empresa Barrick para el diseño y construcción de 1.622 equipos de comunicación GPRS para instalarlos dentro de los medidores Alpha Plus. Este equipo se conectaba a la tarjeta RS232 interna del medidor Elster Alpha Plus y sería capaz de atender requerimientos externos (desde la aplicación), extraer datos de la memoria del medidor y enviarlos por la red GPRS hacia el servidor colector de datos. Esto se realizó con el suficiente tiempo de anticipación para evitar retrasos en la instalación. Cada una de estas tarjetas tiene incluida una antena celular de 3 dB; así como un conector SMI como una opción de conectar una antena de mayor ganancia (hasta 7 dB) en forma externa.



Figura 5. Equipo comunicación GPRS

De la misma manera, se procedió al diseño y construcción de 1.978 tarjetas convertidores de protocolo serial / Ethernet que se conectaron en forma interna a la tarjeta RS232 del medidor eléctrico Elster Alpha Plus. Al igual que el caso anterior, se realizó un estricto seguimiento, soporte y pruebas de estas tarjetas con resultados óptimos. Esta tarjeta poseía un conector RJ45 que servía para conectividad con la red LAN y para configuración de parámetros necesarios tales como dirección IP, Local Port Address, Mac Address, Baud rate entre otros. Proveerles de una conectividad Ethernet a cada uno de los medidores instalados en lugares concentrados o tableros eléctricos en los centros comerciales o edificios de Guayaquil, significaba que todos esos medidores podían ser conectados al centro de monitoreo y colección de datos, a través de un único enlace WAN y no cien o ciento cincuenta enlaces individuales. Esta topología, permitía también una mejor administración de los enlaces de los medidores. La velocidad de este adaptador Ethernet era de 10 Mega Bytes, lo que permitía tiempos promedio de colección por medidor de entre 8 y 9 segundos.



Figura 6. Equipo comunicación Ethernet

Esta etapa también incluyó la implementación de las redes LAN (elementos pasivos y activos) en cada uno de los cincuenta y un edificios y centros comerciales. Además se procedió a instalar igual número de enlaces WiMax de Ecutel en cada edificio o centro comercial. La implementación de los 1.622 medidores con tecnología GPRS demandó más esfuerzo; debido a que se tuvo que revisar los niveles de recepción de cada uno de los enlaces. De ser necesario, se tuvo que instalar antenas externas celulares en lugares con niveles de señal bajo.

Con respecto a la aplicación de telemetría, ya en la etapa anterior se había decidido por Stark. Sus características de Multiprotocolo, Multipuertos, compatible con Oracle, operación automática, generación de reportes entre otras fueron rasgos o

particularidades que motivaron su elección. El software Stark constaba de 3 etapas bien marcadas: Colectora, almacenadora y administradora de datos y monitoreo.

La etapa colectora, Además de establecer la llamada, creaba la comunicación entre el medidor y la aplicación y hacía el requerimiento de información. Se instaló esta aplicación en seis equipos. Cuatro de ellos para coleccionar data de medidores GPRS y los dos restantes para coleccionar data de los medidores con tecnología WiMax Ecutel. Lo interesante de esta aplicación es que tenía la capacidad de realizar cuatro llamadas al mismo tiempo abriendo diferentes puertos de comunicación. Cada equipo fue configurado para que, en forma autónoma, establezca comunicación con un grupo diferente de medidores; es decir, cada uno de los seis servidores colectores, tenía su tarea preestablecida de establecer llamada y coleccionar la data de su exclusivo grupo de medidores. A pesar de esa limitante, cada equipo era respaldo de los otros cinco. Es decir, si algún equipo de computación se dañaba, cualquiera de los otros cinco podía absorber su carga de trabajo y coleccionar la data del grupo libre. La forma de distribuir la carga de trabajo o los grupos de medidores fue, en el edificio de la CATEG, 4 equipos coleccionaban la data de los medidores islas con tecnología GPRS y 2 equipos coleccionaban la data de los medidores agrupados en tablero con tecnología de comunicación WiMax Ecutel. Se estableció de esta manera los grupos debido a la mayor cantidad de tiempo de colección que existía en los medidores con tecnología de comunicación celular.

La etapa almacenadora de datos Se la instaló en un computador destinado a almacenar toda la data coleccionada de cada uno de los medidores eléctricos. Este era un computador exclusivo, cuya función era almacenar la data coleccionada por cada uno de los equipos colectores sin importar la tecnología de comunicación del medidor. En este equipo se instaló la base de datos Oracle.

Parte igualmente importante para el buen desarrollo y sostenimiento de la solución era el monitoreo. El objetivo era desarrollar un nuevo proceso de trabajo automatizado con este grupo de medidores. Para ello, era necesario tener arriba la totalidad del sistema. Si esto no sucedía, la tecnología en lugar de ayudar, complicaba la operación puesto que había que identificar los medidores que no reportaban y levantar o regresar al proceso manual para ellos. Esto hacía importante el monitoreo de cada uno de los medidores que integraban la solución. Esta herramienta era automática y monitoreaba que todos los medidores estén en comunicación y reportando datos. Igualmente, se podían obtener reportes del estado de los medidores, estado de los enlaces. Esta herramienta

estaba instalada en los mismos equipos en donde residía la herramienta de colección.

## **2.4. Operación de la solución**

Además de la instalación de la solución, era preciso operarla, mantenerla trabajando a plena carga, monitorear todo el sistema y tomar las acciones necesarias para recuperarlo frente a alguna caída total o parcial. Esto implicaba mucha interacción entre ambas empresas (Bismark y CATEG); por ende era necesario desarrollar nuevos procesos que permitan trabajar de una manera ordenada optimizando los recursos. Lo importante era contemplar que estos procesos agilicen y mejoren la forma de trabajo. Si bien, la tecnología es falible, se tenía que contemplar, dentro del proceso, la posibilidad de trabajos de recolección de datos en forma manual; lo óptimo fue implementar un buen sistema de mantenimiento y sostenimiento de la solución tecnológica para evitar en algún momento trabajar con dos procesos al mismo tiempo: automatizado y manual. La operación de colección y administración de datos se estableció en 2 oficinas en paralelo: Bismark y Categ. Esto aseguraba confiabilidad en la colección de datos, respaldo y seguridad en los datos.

La operación del sistema también incluía personal encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de la solución.

## **3. Evaluación de resultados**

Indudablemente los resultados de una solución se los mide en base a los logros de los objetivos planteados al inicio del proyecto. El objetivo específico de esta solución era implementar un esquema tecnológico que sea capaz de obtener la data o parámetros eléctricos de 3.600 medidores eléctricos en la ciudad de Guayaquil y orientar este esfuerzo hacia la reducción de las pérdidas eléctricas.

El tiempo que se disponía para la instalación de la solución era de seis meses, parámetro que se cumplió en un 97%. Es decir al final de dicho tiempo, se logró tener instalado, con comunicación y acceso a la data el 97% de los 3.600 medidores eléctricos. Diversos factores, no siempre imputables a la contratista influyeron en el 3% faltante.

Otro parámetro que se evaluó fue la veracidad de los datos teledados. La forma de medir este parámetro fue realizando auditorías mensuales en las que se escogía una muestra representativa de medidores teledados y se comparaba uno a uno los valores de consumo presentes en el medidor en determinado momento versus los valores de consumo obtenidos por la herramienta tecnológica de

telemetría. Los valores de las evaluaciones fueron de un 99,8 %.

De la misma manera, otro aspecto importante fue el mantenimiento de la solución. Esto significaba evaluar la estabilidad de cada enlace y disponibilidad de información las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Se acordó un uptime del 99,5 %; valor que fue alcanzado todos los meses.

#### 4. Conclusiones

Este proyecto de telemetría eléctrica a gran escala en una empresa de distribución eléctrica fue pionero en nuestro país. Haber concebido la idea e implementarla, significó una ardua tarea; pero así mismo una satisfacción por lo logrado.

Lo importante fue tener en claro los objetivos y decidir las variables a teledir. Medir demasiadas variables no es sinónimo de éxito. Lo que marcó la diferencia para el éxito fue tener bien en claro los objetivos del porqué de la solución y basados en ello, dar los siguientes pasos. El esquema fue claro: colección de la data, conversión de esa data en información útil para el negocio y finalmente la gestión que me permita tomar decisiones y planificar acciones que me lleven a conseguir mis objetivos. Como todo negocio, la comercialización eléctrica tiene sus riesgos y la mejor manera de administrar y reducir los riesgos fue con información. Allí es donde radicó la importancia de esta solución tecnológica.

El camino tomado fue el correcto. Apostar a la tecnología para atacar una problemática tan grave en la entonces CATEG fue una buena decisión. Habernos atrevido en su momento a desarrollar tarjetas de comunicación interna para los medidores ELSTER marcó una diferencia a favor del éxito de la solución.

Trabajar con redes de comunicación madura y probada en nuestro medio, como lo fueron WiMax Ecutel y GPRS, significó darle solidez y permanencia en el tiempo. La red GPRS aún está activa y la tarjeta Ethernet desarrollada, trabaja muy bien con otro tipo de redes de acceso. En este mismo sentido, fue importante trabajar con una plataforma robusta de colección de datos.

Una buena comunicación para la creación de procesos de instalación y operación fue importante y clave. Esto facilitó la instalación, operación y mantenimiento de la solución. Estos nuevos procesos,

más que la instalación y operación, representaba una nueva forma de trabajar y usar óptimamente la tecnología recién desarrollada.

En definitiva, este pionero proyecto de telemetría, aportó no solo con resultados favorables, sino que ayudó en el país a crear una cultura de confianza en la tecnología para enfrentar esta difícil problemática que vivían las empresas de distribución eléctrica. Sirvió para mostrar que es mucho más económico invertir en tecnología de telemedición que permitir las millonarias pérdidas en el negocio. El camino de la telemetría ha permitido a CATEG, hoy empresa eléctrica Guayaquil, disminuir sus pérdidas. La tecnología de telemetría, como sustento y soporte de la gestión y acción, demostró y sigue demostrando ser el mejor camino.

#### 5. Agradecimientos

Un agradecimiento a la gerencia general de la empresa Bismark, que tuvo la visión y decisión de implementar un proyecto de esta magnitud en nuestra ciudad y la confianza de depositar este reto tecnológico en nuestras manos. Igualmente a los ingenieros del departamento de pérdidas de la empresa eléctrica de Guayaquil por su soporte y apoyo a la solución. Finalmente, deseo reconocer la labor de la empresa Barrick y a su gerente general, Ing. Byron Rojas, por su valioso aporte en el desarrollo de las tarjetas de comunicación interna GPRS y Ethernet en los medidores eléctricos Alpha Plus 2.

#### 6. Referencias

- [1] Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Estadísticas del sector eléctrico Ecuatoriano 2004, [www.conelec.gob.ec/documentos.php](http://www.conelec.gob.ec/documentos.php), Abril 2005.
- [2] Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Plan maestro de electrificación de Ecuador 2007 – 2016, [www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=4169&l=1](http://www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=4169&l=1), diciembre 2007.
- [3] Jeffrey G. Andrews; Arunabha Ghosh and Rias Muhamed, Fundamentals of WiMAX understanding Broadband Wireless Networking, Prentice Hall, 1 edition, 2007.
- [4] Manzano David, Configuración y administración de una red Mesh, <http://www.grc.upv.es/software/maya/memoria.pdf>, Marzo 2007.